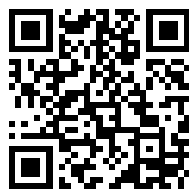


---

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google<sup>TM</sup> books

<https://books.google.com>





## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

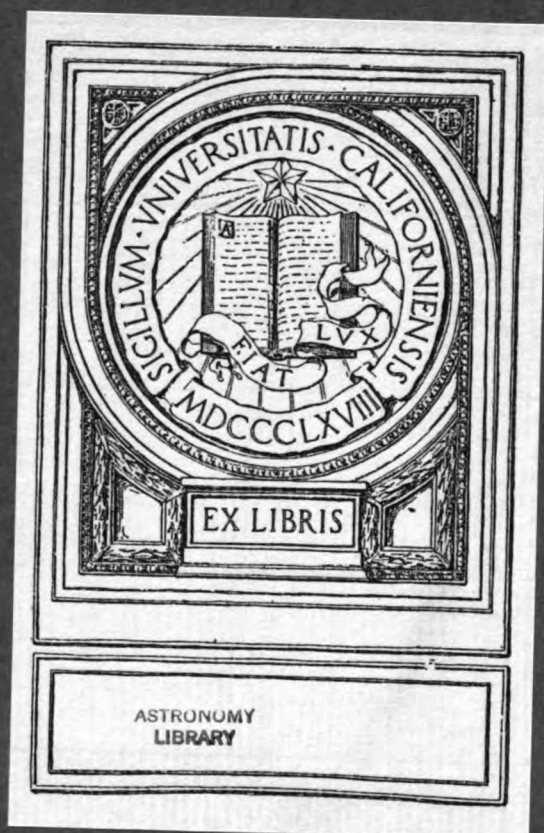
- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>















Univ. of  
California

1

**CIEL ET TERRE**

---

**BULLETIN**

**DE LA**

**Société belge d'Astronomie**

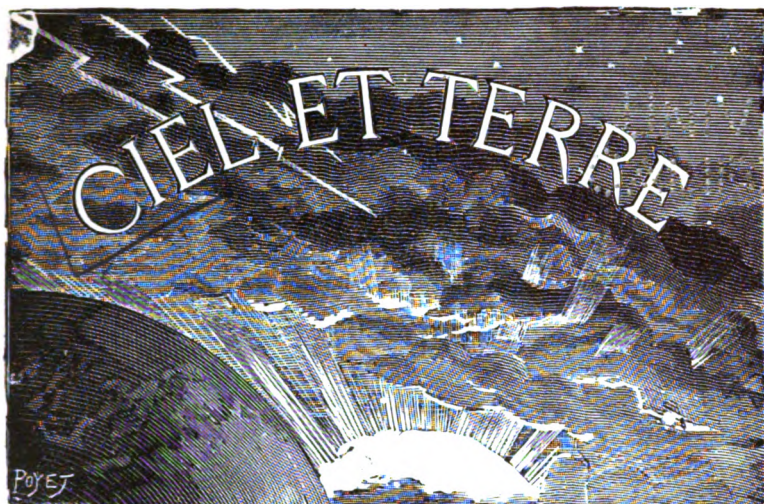
70 . VIII  
ANNO 1900

---

*La figure du titre est la reproduction d'un Fragment  
de Frise Celto-Étrusque*

---





**BULLETIN**  
DE LA  
***SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE***



ET  
Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



**BRUXELLES**  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

TO THE  
ASTRONOMICAL

Q.B.1  
C5  
1.38-29  
ASTRONOMY  
LIBRARY

# CIEL ET TERRE

XXXVIII<sup>e</sup> Année

## BULLETIN

DE LA

# Société belge d'Astronomie

22<sup>e</sup> Année (1922)

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                               | Pages.       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Bibliographie.</b>                                                                                                         |              |
| ****. — Annuaire des longitudes pour 1922 . . . . .                                                                           | 76           |
| BIGOURDAN, G. — Gnomonique . . . . .                                                                                          | 76           |
| METEOROLOGICAL OFFICE. — British rainfall, sixtieth vol. V. A. . . . .                                                        | 77           |
| BAUER, EDMOND. — La théorie de Bohr, etc., E. L. . . . .                                                                      | 114          |
| PICARD, EMILE. — La théorie de la relativité et ses applications à l'astro-<br>nomie . . . . .                                | 114          |
| PHILIPPOT, DELPORTE et MOREAU. — Positions moyennes pour 1914 d'étoiles<br>de comparaison de la comète 1913f. A. B. . . . .   | 239          |
| PHILIPPOT, H. — L'usage des coordonnées galactiques. E. D. . . . .                                                            | 240          |
| GRABLOVITZ, GIULIO. — Sulle Eclissi solari del 1922. E. L. . . . .                                                            | 241          |
| AGAMENNONE, GIOVANNI. — I pseudo Terremoti nel vulcano Laziale. E. L. . . . .                                                 | 242          |
| — Il terremoto di Castel romano (Roma), del 12 febr. 1919. E. L. . . . .                                                      | 242          |
| ALFANI, P. GUIDO. — L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scienti-<br>fico. La stazione radiotelegrafica. E. L. . . . . | 294          |
| — Il barometrografo Agolini. E. L. . . . .                                                                                    | 294          |
| GOSSART, ERNEST. — Adolphe Quetelet et le prince Albert de Saxe-Cobourg.<br>Auguste Collard. . . . .                          | 345          |
| WELCH, MARGARET. — Bibliography on the Climate of South America.<br>Auguste Collard. . . . .                                  | 346          |
| BELL, LOUIS. — The Telescope. A. B. . . . .                                                                                   | 347          |
| ALFANI, P. GUIDO. — Un perfezionamento ei Pendoli orizzontali a registra-<br>zione meccanica. E. L. . . . .                   | 397          |
| — Ricerche sulla stabilità delle costruzioni. E. L. . . . .                                                                   | 397          |
| — Riassunto delle comunicazioni fatte al Congresso degli Ingegneri a<br>Firenze, 1909. E. L. . . . .                          | 397          |
| — Il trepidometro portatile ed il suo uso. E. L. . . . .                                                                      | 397          |
| — Le vibrazioni nei fabbricati prodotte da macchini in movimento. E. L. . . . .                                               | 397          |
| GIOVANNI, G. — Scolopi galileiani. E. L. . . . .                                                                              | 397          |
| — Il P.-G. Inghirami. E. L. . . . .                                                                                           | 397          |
| — Il P.-G. Antonelli. E. L. . . . .                                                                                           | 397          |
| OLIVIER, H. — Cours de physique. T. II. Thermodynamique. A. F. . . . .                                                        | 399          |
| <b>Biographies.</b>                                                                                                           |              |
| Auguste Charlois, 1864-1910, par A. COLLARD . . . . .                                                                         | 72, 108, 158 |
| Henry Bourget, par M. VAN AERSCHODT. . . . .                                                                                  | 111          |
| Thémistocle Zona, 1848-1910, par A. COLLARD. . . . .                                                                          | 283          |
| Louis Niesten, 1844-1920, par A. COLLARD. . . . .                                                                             | 330, 400     |
| José-J. Landerer, par L. RODÈS, S. J. . . . .                                                                                 | 343          |

809472

|                                                                                                                                 | Pages.                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Comètes.</b>                                                                                                                 |                       |
| Comète Skjellerup 1922b. E. D. . . . .                                                                                          | 224                   |
| Comète Baade 1922c. E. D. . . . .                                                                                               | 338, 389              |
| Comète Skjellerup 1922c. E. D. . . . .                                                                                          | 389                   |
| <b>Eclipses.</b>                                                                                                                |                       |
| Les éclipses de Lune, par M. HAUPTMANN . . . . .                                                                                | 115, 208              |
| Eclipse de Soleil du 28 mars 1922, par L. Rodès, S. J. . . . .                                                                  | 133                   |
| Eclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922, par E. D. . . . .                                                                  | 226                   |
| Eclipse totale solaire du 21 septembre 1922 et le magnétisme terrestre,<br>par E. L. . . . .                                    | 226                   |
| L'Eclipse totale solaire du 21 septembre 1922, la déviation des rayons<br>stellaires et la théorie einsteinienne. E. L. . . . . | 227, 293              |
| Eclipse totale de Soleil du 22 septembre 1922. E. D. . . . .                                                                    | 339                   |
| <b>Etoiles.</b>                                                                                                                 |                       |
| L'espace céleste, par M. B. BAILLAUD . . . . .                                                                                  | 7                     |
| Le système d'γ Cygni. F. D. R. . . . .                                                                                          | 78                    |
| Appel aux observateurs belges des étoiles variables, par FÉLIX DE ROY . . . . .                                                 | 53                    |
| Origine des Etoiles doubles, par GHEURY DE BRAY. . . . .                                                                        | 351                   |
| <b>Magnétisme.</b>                                                                                                              |                       |
| L'éclipse solaire totale du 22 septembre 1922 et le magnétisme ter-<br>restre. E. L. . . . .                                    | 226                   |
| Union géodésique internationale : section du magnétisme terrestre.<br>Rome, 1922 . . . . .                                      | 389                   |
| <b>Météorologie.</b>                                                                                                            |                       |
| Les applications diverses de la télégraphie et de la téléphonie sans fil, par<br>M. le général Ferrié . . . . .                 | 20                    |
| Le gouffre à Haïti. E. L. . . . .                                                                                               | 78                    |
| Le cône protecteur de Nipher. V. A. . . . .                                                                                     | 81                    |
| Vulgarisation de la Météorologie, par J. JAUMOTTE. . . . .                                                                      | 187                   |
| Office national météorologique de France. E. L. . . . .                                                                         | 228                   |
| La « Meteorologische Zeitschrift ». L. V. A. . . . .                                                                            | 229                   |
| Un automne exceptionnel en 1921. L. V. A. . . . .                                                                               | 230                   |
| Les services météorologiques aux Etats-Unis. L. V. A. . . . .                                                                   | 230                   |
| Les théories d'Aitken. E. L. . . . .                                                                                            | 230                   |
| Les Seiches des lacs écossais. E. L. . . . .                                                                                    | 292                   |
| Altitude maxima atteinte en aéroplane. E. L. . . . .                                                                            | 294                   |
| Spectacles de la nature: Un lever de Soleil au Niesen, par M. A. BOUTQUIN. . . . .                                              | 301                   |
| La prévision du temps à longue échéance, par ROUCH. J. J. . . . .                                                               | 339                   |
| <b>Observatoires.</b>                                                                                                           |                       |
| L'Observatoire de la Société. E. DELPORTE. . . . .                                                                              | 194                   |
| Observatoire géophysique des Iles Shetland. E. L. . . . .                                                                       | 229                   |
| L'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa. E. L. . . . .                                                                     | 234                   |
| L'Observatoire d'Arcetri. L. V. A. . . . .                                                                                      | 289                   |
| L'Observatoire Ximénien de Florence. E. L. . . . .                                                                              | 291                   |
| L'Observatoire astronomique de Vilna. VAN AERSCHODT. . . . .                                                                    | 308                   |
| <b>Nébuleuses.</b>                                                                                                              |                       |
| Les Nébuleuses, par A. BOUTQUIN . . . . .                                                                                       | 35, 88, 133, 196, 308 |
| <b>Relativité.</b>                                                                                                              |                       |
| Les principes physiques de la Relativité restreinte, par E. LA-<br>GRANGE . . . . .                                             | 49, 97, 144, 184      |
| Littérature einsteinienne. E. L. . . . .                                                                                        | 235                   |
| <b>Sismologie.</b>                                                                                                              |                       |
| Station sismologique de Cartuja (Grenade). E. L. . . . .                                                                        | 158                   |
| Institut de physique du globe de l'Université de Paris. E. L. . . . .                                                           | 228                   |

|                                                                                                                       | Pages.        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Observatoire géophysique des Iles Shetland. E. L. . . . .                                                             | 229           |
| Les After-shocks et la loi d'Omori. E. L. . . . .                                                                     | 231           |
| L'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa. E. L. . . . .                                                           | 234           |
| Union géodésique et géophysique internationale. E. L. . . . .                                                         | 234           |
| Le sismographe inversi « Berckmans » de Cartuja, par MANUEL-MARIA S. NAVARRO, S. J. . . . .                           | 277           |
| Institut géophysique de Lwow, E. L. . . . .                                                                           | 290           |
| L'Observatoire Ximénien de Florence. E. L. . . . .                                                                    | 291           |
| Le tremblement de terre du Chili. E. L. . . . .                                                                       | 390           |
| Sismologie appliquée. E. L. . . . .                                                                                   | 395           |
| <b>Soleil.</b>                                                                                                        |               |
| Eclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922. E. D. . . . .                                                            | 224           |
| L'éclipse solaire totale du 21 septembre 1922 et le magnétisme terrestre. E. L. . . . .                               | 224           |
| L'éclipse solaire du 21 septembre 1922, la déviation des rayons stellaires et la théorie einsteinienne. E. L. . . . . | 224, 288      |
| Eclipse totale de Soleil du 22 septembre 1922. E. D. . . . .                                                          | 338           |
| <b>Télescopes.</b>                                                                                                    |               |
| La taille des miroirs de télescope à la portée de l'amateur, par PAUL VINCART . . . . .                               | 126, 163, 243 |
| <b>Temps.</b>                                                                                                         |               |
| Du Temps et de sa mesure, par GHEURY DE BRAY. . . . .                                                                 | 83, 148       |

## TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

|                                                                                                                |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| BAILLAUD, B. — L'Espace céleste . . . . .                                                                      | 7                      |
| BOUTQUIN, A. — Les Nébuleuses . . . . .                                                                        | 35, 133, 196, 269, 308 |
| — Spectacles de la Nature : Un lever de soleil au Niesen . . . . .                                             | 301                    |
| COLLARD, A. — Biographies d'astronomes . . . . .                                                               | 108, 158, 283, 330     |
| DELPORTE, E. — L'Observatoire de la Société . . . . .                                                          | 194                    |
| DE ROY, F. — Appel aux observateurs belges pour l'étude des étoiles variables. . . . .                         | 53                     |
| FERRIÉ (Général). — Les applications diverses de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil. . . . . | 20                     |
| GHEURY DE BRAY. — Du temps et de sa mesure . . . . .                                                           | 83, 148                |
| — Origine des étoiles doubles. . . . .                                                                         | 351                    |
| GORCZYNSKI, L. — Sur la situation climatique de la Pologne et son degré de continentalisme . . . . .           | 375                    |
| GODEAUX, L. — Le traité « De Proportionalitate motuum » est-il dû à un Belge . . . . .                         | 281                    |
| HAUPTMANN, M. — Les éclipses de lune . . . . .                                                                 | 115, 208               |
| JAUMOTTE, J. — Vulgarisation de la météorologie . . . . .                                                      | 187                    |
| — Sur le déplacement du zéro dans les électromètres Mascart . . . . .                                          | 363                    |
| HENROTEAU, F. — L'étoile variable d Cygni. . . . .                                                             | 275                    |
| LAGRANGE, E. — Les principes physiques de la Relativité restreinte . . . . .                                   | 49, 144, 184           |
| — Histoire des sciences : Ole Roemer et le thermomètre Fahrenheit . . . . .                                    | 357                    |
| NAVARRO, MANUEL-MARIA, S. S. J. — Le sismographe Berckmans de Cartuja . . . . .                                | 277                    |
| — Le barographe Loyola de Cartuja . . . . .                                                                    | 371                    |
| RODES, L., S. J. — Note sur l'éclipse de soleil du 28 mars 1922 . . . . .                                      | 133                    |
| TSEBRIKOWA, Mme L. — L'horloge marine de John Harrison. . . . .                                                | 57                     |
| VAN AERSCHOT, L. — L'Observatoire astronomique de Vilna . . . . .                                              | 368                    |
| VINCART, P. — La taille des miroirs de télescope à portée de l'amateur . . . . .                               | 126, 163, 243          |

## FIGURES

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. Pendule compensé de Harrison . . . . .   | 59 |
| 2. Cône protecteur Nipher . . . . .         | 81 |
| 3. Temps sidéral . . . . .                  | 83 |
| 4. Angle horaire et temps sidéral . . . . . | 84 |

|                                                                        | Pages*        |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 5. Temps moyen . . . . .                                               | 86            |
| 6. Mouvement relatif . . . . .                                         | 98            |
| 7. Mars en 1922 . . . . .                                              | 104           |
| 8. Jupiter et Saturne en 1922. . . . .                                 | 105           |
| 9. Anneaux de Saturne . . . . .                                        | 106           |
| 10. Equation du temps . . . . .                                        | 148           |
| 11. Idem . . . . .                                                     | 152           |
| 12. Expérience de Milchelson . . . . .                                 | 184           |
| 13. Eléments météorologiques à Uccle du 22 au 25 octobre 1922. . . . . | 190           |
| 14. Baromètre à Uccle et Valentia . . . . .                            | 193           |
| 15. Equatorial Troughton à Uccle . . . . .                             | 195           |
| 16. Sismographe Berckmans . . . . .                                    | 278           |
| 17. Observations de Roemer, 1709 . . . . .                             | 361           |
| 18. Palettes des électromètres Benndorf et Mascart . . . . .           | 364           |
| 19. Barographe à mercure Loyola . . . . .                              | 372           |
| 20. Barogrammes . . . . .                                              | 374           |
| 21. Groupes climatiques européens . . . . .                            | 376           |
| 22. Isanomaies thermiques de janvier . . . . .                         | 378           |
| 23. Isoamplitudes en Europe . . . . .                                  | 380           |
| 24. Isoamplitudes du globe . . . . .                                   | 382           |
| 25. Continentalisme en pour cent sur le monde. . . . .                 | 385           |
| 26. Continentalisme en Europe . . . . .                                | 386           |
| 27. Continentalisme en Pologne . . . . .                               | 387           |
| 1 à 11. Essais des miroirs. . . . .                                    | 168, 169, 170 |
| 12. Idem . . . . .                                                     | 172           |
| 13, 14, 15. Idem. . . . .                                              | 173           |
| 16. Miroir elliptique . . . . .                                        | 174           |
| 17. Idem . . . . .                                                     | 175           |
| 18. Examen des miroirs . . . . .                                       | 175           |
| 19. Idem . . . . .                                                     | 176           |
| 20. Idem . . . . .                                                     | 177           |
| 21. Idem . . . . .                                                     | 178           |
| 22. Forme de la surface spéculaire . . . . .                           | 179           |
| 23. Bosse centrale . . . . .                                           | 180           |
| 24, 25. Idem . . . . .                                                 | 181           |
| 26, 27. Idem . . . . .                                                 | 182           |
| 28, 29, 30, 31. Bosses latérales . . . . .                             | 183           |
| 32, 33, 34 et 35. Idem . . . . .                                       | 248           |
| 36. Aberration . . . . .                                               | 249           |
| 37, 38, 39 et 40. Miroir irrégulier. . . . .                           | 251           |
| 41, 42. Lampe et miroir . . . . .                                      | 253           |
| 43. Mesure de l'aberration. . . . .                                    | 254           |
| 44. Polissage. . . . .                                                 | 260           |
| 45, 46 et 47. Idem . . . . .                                           | 262           |
| 48. Mesure de l'aberration. . . . .                                    | 263           |
| 49. Idem . . . . .                                                     | 264           |
| 50. Ebrutage. . . . .                                                  | 278           |

## PLANCHES

- I. Eclipses de Lune 1902.
- II. Id. 1921.
- III. Eclipe de Soleil 1922.

Portrait de M. F. Jacobs, Président de la Société.

XXXVIII<sup>e</sup> année — N<sup>o</sup> 1

ASTRONOMICAL

Janvier 1922  
18 1922



V. 38  
177

**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
— du Globe —

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



**BRUXELLES**  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**



|                                                                        | Pages         |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 5. Temps moyen . . . . .                                               | 86            |
| 6. Mouvement relatif . . . . .                                         | 98            |
| 7. Mars en 1922 . . . . .                                              | 104           |
| 8. Jupiter et Saturne en 1922. . . . .                                 | 105           |
| 9. Anneaux de Saturne . . . . .                                        | 106           |
| 10. Equation du temps . . . . .                                        | 148           |
| 11. Idem . . . . .                                                     | 152           |
| 12. Expérience de Milchelson . . . . .                                 | 184           |
| 13. Eléments météorologiques à Uccle du 22 au 25 octobre 1922. . . . . | 190           |
| 14. Baromètre à Uccle et Valentia . . . . .                            | 193           |
| 15. Equatorial Troughton à Uccle . . . . .                             | 195           |
| 16. Sismographe Berckmans . . . . .                                    | 278           |
| 17. Observations de Roemer, 1709 . . . . .                             | 361           |
| 18. Palettes des électromètres Benndorf et Mascart . . . . .           | 364           |
| 19. Barographe à mercure Loyola . . . . .                              | 372           |
| 20. Barogrammes . . . . .                                              | 374           |
| 21. Groupes climatiques européens . . . . .                            | 376           |
| 22. Isanomaies thermiques de janvier . . . . .                         | 378           |
| 23. Isoamplitudes en Europe . . . . .                                  | 380           |
| 24. Isoamplitudes du globe . . . . .                                   | 382           |
| 25. Continentalisme en pour cent sur le monde. . . . .                 | 385           |
| 26. Continentalisme en Europe . . . . .                                | 386           |
| 27. Continentalisme en Pologne . . . . .                               | 387           |
| 1 à 11. Essais des miroirs. . . . .                                    | 168, 169, 170 |
| 12. Idem . . . . .                                                     | 172           |
| 13, 14, 15. Idem. . . . .                                              | 173           |
| 16. Miroir elliptique . . . . .                                        | 174           |
| 17. Idem . . . . .                                                     | 175           |
| 18. Examen des miroirs . . . . .                                       | 175           |
| 19. Idem . . . . .                                                     | 176           |
| 20. Idem . . . . .                                                     | 177           |
| 21. Idem . . . . .                                                     | 178           |
| 22. Forme de la surface spéculaire . . . . .                           | 179           |
| 23. Bosse centrale . . . . .                                           | 186           |
| 24, 25. Idem. . . . .                                                  | 181           |
| 26, 27. Idem. . . . .                                                  | 182           |
| 28, 29, 30, 31. Bosses latérales . . . . .                             | 183           |
| 32, 33, 34 et 35. Idem . . . . .                                       | 248           |
| 36. Aberration . . . . .                                               | 249           |
| 37, 38, 39 et 40. Miroir irrégulier. . . . .                           | 251           |
| 41, 42. Lampe et miroir . . . . .                                      | 253           |
| 43. Mesure de l'aberration. . . . .                                    | 254           |
| 44. Polissage. . . . .                                                 | 260           |
| 45, 46 et 47. Idem . . . . .                                           | 262           |
| 48. Mesure de l'aberration. . . . .                                    | 263           |
| 49. Idem . . . . .                                                     | 264           |
| 50. Ebrutage. . . . .                                                  | 278           |

## PLANCHES

- I. Eclipses de Lune 1902.
- II. Id. 1921.
- III. Eclipses de Soleil 1922.

Portrait de M. F. Jacobs, Président de la Société.



XXXVIII<sup>e</sup> année — N° 1

ASTRONOMICAL

Janvier 1922  
18 1922



BULLETIN

DE LA

*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>A nos Membres.</i>                                                                                                          | 1     |
| <i>Séance solennelle du Palais des Académies, 15 décembre 1921.</i>                                                            | 4     |
| <i>Conférence de M. B. Baillaud : L'Espace céleste.</i>                                                                        | 7     |
| <i>Conférence de M. le général Ferrié : Les applications diverses de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil.</i> | 20    |
| <i>Séance du 24 décembre 1921.</i>                                                                                             | 28    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, à Bruxelles.

**CH. FRANÇOIS**, docteur en sciences, professeur à l'Athénée communal de Schaerbeek

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BÉTHUNE**, **A. BRACKE**, **H. CHARBONNEAU**, **L. FREDERICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63 avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire, à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.





**M. F. JACOBS**

Président de la Société belge d'Astronomie et de Météorologie  
**1896-1921**



## Bulletin de la Société belge d'Astronomie

---

### A nos Membres

Le jubilé de vingt-cinq années d'existence que vient de célébrer la *Société belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*, et auquel le présent numéro est entièrement consacré, s'est présenté comme une renaissance de la Société, après quatre années d'hiatus total, causé par la guerre. S'il avait été nécessaire de donner à ses dirigeants un précieux encouragement, ils l'auraient certes trouvé dans les nombreuses et puissantes sympathies qui se sont montrées à cette occasion, affirmant, comme par le passé, leur ferme intention de soutenir une œuvre dont l'utilité n'est plus contestée.

Cette œuvre, c'était de répandre dans le public le goût des sciences du Ciel et de la Terre, non pas seulement comme contemplation des merveilles qu'ils offrent à l'activité esthétique des hommes, mais aussi comme désir de participer personnellement aux recherches qui nous les ont révélées. Notre Bulletin s'est avéré de suite comme exempt de ces déclamations enthousiastes, mais peu instructives, sur l'immensité et l'éternité des Mondes, et gardant un caractère purement scientifique,



mais en se maintenant toutefois à la hauteur de ses lecteurs. En indiquant à ceux-ci les lectures et les recherches qui leur étaient accessibles, il leur permettait de contribuer, dans une large part, aux travaux des savants de profession; on est surpris de voir, quand on en fait le dénombrement, la quantité de découvertes que peut faire le simple amateur armé d'un instrument modeste. Pour ne citer qu'un exemple entre mille faut-il rappeler que l'étude, dans le temps, de l'éclat d'une étoile variable, étude qui ne demande que de la patience et une bonne vue, peut la dédoubler et contribuer à la merveilleuse théorie de l'« Astronomie de l'invisible »? Et la plupart de ces recherches simples sont négligées par les institutions régulières qui, possédant des instruments puissants, cultivent d'autres champs, moins accessibles, et y consacrent tout leur temps.

La lecture des vingt années de notre Bulletin est démonstrative à ce point de vue et l'on y voit peu à peu se développer le goût d'apprendre et de découvrir; en même temps s'établit dans le grand public cette idée, si opposée à son opinion de jadis, que les Observatoires ne sont pas seulement de grands bâtiments habités par des fonctionnaires, mais des temples consacrés aux recherches les plus efficaces pour donner aux peuples de la sympathie envers les œuvres grandes et désintéressées.

Qu'une institution semblable à la Société belge d'Astronomie ait pu vivre vingt-cinq ans et se relever d'un coup mortel, c'était affirmer sa nécessité. Aussi, au premier appel, chacun s'est empressé de répondre par son concours.

La cérémonie du jubilé permettait d'ailleurs de l'accorder de toute façon : c'était d'abord dans la splendide salle du Palais des Académies, une séance solennelle, dont le souvenir restera dans la mémoire de tous ceux qui y ont assisté. Honorée de la présence de LL. MM. le Roi et la Reine, cette brillante réunion comportait, après un discours de M. Jacobs, une conférence de M. Baillaud, Directeur de l'Observatoire de Paris, sur les découvertes les plus modernes de l'Astronomie, puis une conférence de M. le Général Ferrié, chef militaire de la Télégraphie sans fil française, sur ses applications les plus récentes.

Un public nombreux et choisi, qui comprenait beaucoup de notabilités officielles et diplomatiques, a suivi avec un vif intérêt les exposés des deux savants français, qui lui dévoilaient des merveilles de la science et de l'industrie.

On ne saurait assez insister sur le bienveillant hommage que repré-

sentait pour la Société la présence, à notre jubilé, de deux des plus grands représentants de la science française. M. le Président Jacobs l'a mis en lumière en leur adressant tous nos remerciements au banquet, qui, le soir, a réuni chez lui les notabilités participant au jubilé. On ne saurait, sans oubli, citer parmi les assistants des noms propres, sauf ceux des représentants de nations entières, chargés par elles de nous apporter leurs vœux : M. de Margerie, ambassadeur de France, nous rappelait que c'était dans son pays que nous avions rencontré les concours les plus efficaces ; M. de Villalobar, ambassadeur d'Espagne, représentait son souverain Alphonse XIII, un de nos plus anciens membres ; M. Wang-Kug-Ky, ministre de Chine, venait nous saluer comme nous avions fait nous-mêmes à l'égard de l'effigie du P. Verbiest, pour ses travaux en faveur de l'astronomie chinoise. Cette fête charmante, présidée par M<sup>me</sup> Jacobs, qui y trouva une nouvelle occasion de nous faire apprécier sa grâce et sa cordialité coutumières, permit à M. Flamache, vice-président, de lui adresser quelques remerciements bien mérités, dans le toast qu'il porta à M. le Président Jacobs.

Mais une manifestation plus intime attendait celui-ci quelques jours après, à la réunion mensuelle. Dès l'ouverture de la séance, M. le Vice-Président Flamache, demandant la parole, rappelait tout ce que la société devait à M. Jacobs de dévouement et d'activité. Non seulement il ne s'était pas contenté d'en formuler l'heureux programme, mais il avait entouré ses premiers pas d'une constante sollicitude. C'était grâce à lui que les bonnes volontés s'étaient entendues et que tant d'efforts isolés, restés stériles, avaient pu enfin créer un organisme viable. En exprimant à son Président toute sa gratitude, la société ne faisait que rappeler sa dette et le seul moyen, pour elle, de l'amortir était de répondre, par une activité et un dévouement semblables, à ceux qui l'avaient créée. De vifs applaudissements ont ratifié ces paroles et ont montré toute la sympathie qu'avait soulevée l'œuvre accomplie par le promoteur de la *Société belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*.



## XXV<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE ET DE MÉTÉOROLOGIE

---

### Séance solennelle du Palais des Académies

15 décembre 1921

La séance est ouverte par M. FERNAND JACOBS, *président*.

*Sire, Madame,*

En ouvrant la séance solennelle destinée à consacrer le XXV<sup>e</sup> anniversaire de la Société Belge d'Astronomie et de Météorologie, notre pensée reconnaissante s'adresse au Haut Protecteur des Sciences, à Sa Majesté le Roi, dont la sollicitude éclairée nous fut un si précieux auxiliaire, une source inépuisable de réconfort, et qui ce jour encore daigne accorder à notre Société un témoignage tout particulier d'estime et d'encouragement, en honorant cette assemblée de sa présence.

Nous nous permettons d'associer à ces sentiments de gratitude Sa Majesté la Reine, toujours disposée à seconder avec une si gracieuse bienveillance l'épanouissement des Arts aussi bien que le développement des Lettres et des Sciences.

*Sire, Madame,*

Fondée en 1896, la Société Belge d'Astronomie a prodigué pendant un quart de siècle des efforts tendant au progrès et à la vulgarisation des sciences astronomiques et météorologiques.

Vingt-deux volumes d'annales édités sous forme de bulletins mensuels — publication couronnée par l'Académie des Sciences — seize annuaires; l'organisation d'observations collectives et systématiques



de certains ordres de phénomènes astronomiques et météorologiques; la détermination et l'étude des éléments magnétiques dans les charbonnages belges; la mise en concours international en 1905 du problème de la prévision du temps — concours qui fit faire quelques progrès bien nécessaires d'ailleurs à cette question toujours pleine d'actualité et d'intérêt; enfin, la publication, en soixante-huit planches, d'un atlas photographique à échelle réduite du satellite de la terre.

Tel est, dans ses grandes lignes, le bilan d'une activité qui se manifesta en une aussi longue période, et sur laquelle je m'excuse de ne pouvoir m'attarder davantage.

Je me bornerai donc à souligner que si la Société Belge d'Astronomie est devenue un organisme scientifique important et apprécié, elle le doit aux concours précieux qui se tournèrent spontanément vers elle, la soutenant, la guidant, l'encourageant.

Au premier plan de ceux-ci se détache la haute personnalité de Sa Majesté Alphonse XIII, Roi d'Espagne, Haut Protecteur de notre Société depuis l'année 1903, qui voulut bien s'intéresser directement à nos efforts, en facilitant l'organisation d'une mission pour l'observation, à Burgos, de l'éclipse totale du Soleil au mois d'août 1905.

À côté des appuis officiels rencontrés tant à l'étranger que dans le pays, combien de savants les plus en vue ne collaborèrent-ils pas à nos publications, en augmentant ainsi la valeur de toute la notoriété de leurs travaux.

Je leur adresse un tribut de profonde gratitude; l'œuvre réalisée est, en effet, leur œuvre à tous.

*Sire, Madame,*

L'éclat avec lequel la Société Belge d'Astronomie désirait célébrer son XXV<sup>e</sup> anniversaire s'est trouvé brillamment rehaussé par l'inscription, à l'ordre du jour de cette séance, de deux personnalités parmi les plus éminentes du monde scientifique français.

M. Baillaud, membre de l'Institut et du bureau des longitudes, président de l'Union Astronomique Internationale, va, au cours d'une causerie, nous faire parcourir l'immensité des espaces célestes.

Il est superflu, je pense, de présenter longuement le savant astronome qui occupe avec tant d'autorité la direction de l'Observatoire de Paris, où s'illustrèrent les plus célèbres mathématiciens parmi lesquels les immortels Leverrier et Laplace.

Le général Ferrié nous entretiendra ensuite des applications scientifiques de la T. S. F. et de la téléphonie sans fil, découvertes rangées parmi les plus admirables des temps modernes, dont l'action bienfaisante s'est déjà manifestée dans les domaines les plus variés et auxquelles l'astronomie, la météorologie et la physique du globe doivent maints progrès.

Nul mieux que le général Ferrié n'était qualifié pour traiter pareil sujet.

Brillant officier du génie, le général s'est, en effet, spécialisé dans ces recherches dès 1898, et depuis 1899 — année mémorable des expériences sensationnelles de Marconi entre la France et l'Angleterre — on peut affirmer qu'aucun progrès ne fut réalisé dans ce domaine sans qu'il y collabora ou n'en fût l'auteur.

C'est dire que son œuvre est immense; elle vient du reste de lui valoir le Prix Osiris, récompense flatteuse mais combien méritée.

*Sire, Madame,*

L'histoire nous apprend que dans la vie des peuples, les plus belles années de paix correspondent aux périodes durant lesquelles fleurissent les Sciences, les Arts et les Lettres.

Exprimons donc toute notre satisfaction de la cérémonie de ce jour. Si nous avons encore certaines préoccupations matérielles dont l'importance et la gravité ne peuvent échapper, il est cependant permis de donner libre cours à l'essor de la pensée humaine, immobilisée dans notre pays pendant les années douloureuses, et avide de reprendre le cours de ses féconds et patients travaux.

Cet essor nouveau, célébré sous les voûtes du Palais de la Science, constitue un symptôme en même temps qu'un témoignage précieux du retour aux anciennes traditions de notre pays, et nous l'enregistrons avec joie.



Conférence de M. B. BAILLAUD.

---

## L'Espace céleste.

*Sire, Madame,*

L'astronomie est cultivée en Belgique de vieille date. Quand, il y a quarante ans, je prenais la direction de l'Observatoire de Toulouse, je trouvais dans sa bibliothèque une belle série de volumes d'Annales de l'Observatoire de Bruxelles. A la tête de cet Observatoire étaient, et ont été depuis, des hommes de très grande valeur, et, en astronomie, il s'en est trouvé d'autres en Belgique. Dès 1896, un de ces hommes qui honorent un pays, savant par goût, actif et, en toute occasion, soucieux de la grandeur de son pays, fondait la Société Belge d'Astronomie, dès le début et encore si prospère. Son fondateur, M. Jacobs, en était nommé président, et l'est encore. L'amitié de M. Jacobs est de celles dont chacun s'honore. En maintes occasions, j'ai mis à profit ses avis, ses conseils. Aussi quand, il y a quelques semaines, M. Jacobs me demanda d'assister aujourd'hui à la célébration du XXV<sup>e</sup> anniversaire de la Société, j'acceptai de suite et avec grand plaisir. Il ne me parut pas qu'il me fût possible d'hésiter. Cependant, ni mes devoirs professionnels ne me laissaient le loisir nécessaire, ni mon âge ne me permettait d'être sûr de ma parole et de ma pensée. Mais M. Jacobs est un entraîneur; d'autres que moi, et M. le général Ferrié tout d'abord, au nom de qui je parle comme au mien, en savent quelque chose. Et puis, c'est pour nous comme un devoir sacré, à l'appel d'un Belge de répondre : Présent.

*Sire, Madame,*

En juin 1887, J.-C. Houzeau, successeur de votre illustre Quetelet à la direction de votre Observatoire Royal, et A. Lancaster, son bibliothécaire, publièrent la première partie du tome premier d'une

Bibliographie générale de l'astronomie et rendirent par cette publication un bien grand service aux astronomes contemporains et à ceux de l'avenir.

La date, 1887, de l'apparition de cet ouvrage coïncide avec celle du premier Congrès international pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel; elle marque pour l'astronomie le point de départ d'une ère nouvelle, de courte durée encore, trente-quatre ans à peine. C'est de cette période de l'astronomie que je vais avoir l'honneur de vous entretenir.

Peu d'écrits sont d'une lecture aussi attachante que celle de l'Introduction historique dont les deux auteurs ont fait précéder leur premier volume. Je ne saurais oublier avec quel intérêt je l'ai lue dès l'apparition. C'est une histoire de l'esprit humain à partir des origines, écrite par des hommes qu'animait un profond sentiment poétique allié au plus vif enthousiasme scientifique et philosophique. A l'époque fabuleuse, par nécessité, chacun devait être son propre astronome. Indépendamment des premières connaissances sur les mouvements de la Lune, du Soleil et des planètes, étaient entrevues alors les constellations, ces groupements apparents d'étoiles. Il restait encore, au XVIII<sup>e</sup> siècle, des traces de cette époque fabuleuse dans les régions hyperboréennes de l'ancien continent, où les notions astronomiques se réduisaient au cours général du Soleil et de la Lune sans que rien, ou presque rien, ait été remarqué concernant les étoiles. J'aurai bien mal atteint mon but si, à la fin de cette conférence, je ne vous laisse pas l'impression que, depuis le commencement du XX<sup>e</sup> siècle, les conquêtes de l'esprit humain dans le domaine stellaire ont dépassé tout ce qu'antérieurement on eût pu espérer.

Au temps d'Hipparque qui enseignait la trigonométrie sphérique, on avait des moyens de déterminer les directions des astres; d'autre part, les observations des éclipses de Lune lui donnèrent la distance de la Lune à la Terre  $72 \frac{1}{3}$  rayons terrestres, « mesure à jamais célèbre, écrit Houzeau, comme la première tentative dans laquelle la hardiesse de l'homme a posé, pour ainsi parler, la toise dans les cieux ».

Ptolémée (128) tenta d'obtenir la distance du Soleil sans y réussir. Hipparque avait donné des positions d'étoiles dont certaines, il faut le dire, étaient en erreur de 2°. Plus tard, les observations des Arabes étaient exactes à 4' ou 5' près; celles de Tycho-Brahé à 1'; toutes étaient obtenues avec de simples pinules. C'est la certitude

qu'avait Képler de cette précision des observations de Tycho-Brahé qui nous a valu les lois des mouvements des planètes auxquelles Képler a attaché son nom.

L'adaptation des lunettes aux cercles divisés et l'introduction d'une croisée de fils dans le plan focal ont abaissé grandement l'erreur : à 8" dans les observations de Bradley, à 2" en 1887, écrit Houzeau, dans celles de Paris et Greenwich, à moins encore à Poulkovo.

Le catalogue d'étoiles de Ptolémée, dont l'origine remontait à Hipparque, comptait 1 028 étoiles ; il en donnait les longitudes, latitudes et les éclats numérotés en nombres entiers, de 1 à 5 ; 13 étaient de première grandeur. Le catalogue d'Ulughbey, publié en 1437, donnait 1 018 étoiles, à quelques-unes près les mêmes que celles de Ptolémée. Je ne saurais m'arrêter à l'énumération de tous les catalogues publiés jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Une liste importante, publiée il y a trente ans, en signalait 335. Le catalogue de Lalande observé à Paris, à l'Ecole militaire, entre 1792 et 1798, en pleine révolution, compte 50 000 étoiles. La précision des coordonnées n'est pas encore la seconde d'arc.

Ce catalogue a été réobservé à Paris de 1837 à 1900 avec une précision au moins double, et beaucoup d'observatoires, dans le courant du XIX<sup>e</sup> siècle, ont accompli des travaux de même ordre. On peut citer en tête Greenwich, Washington, Cordoba, Le Cap, Poulkovo, et j'en passe de très importants. Un de ceux de Bruxelles compte 10 792 étoiles, un autre 3 500.

Je dirai dans un instant quelles conséquences importantes ont été déduites de l'ensemble de ces catalogues.

Auparavant je dois, me plaçant au point de vue de la cosmogonie, me borner, faute de temps, à citer les étapes : la rotation de la Terre autour de son centre, énoncée par Ptolémée, la Terre, centre du monde ; treize siècles plus tard la doctrine de Copernic transportant ce centre au centre du Soleil, la loi de l'attraction universelle, énoncée par Newton ; en vérité, la cosmogonie du système solaire. Aujourd'hui c'est à l'espace étoilé que s'attaquent les astronomes. A ce point de vue et jusqu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle, le nom le plus saillant a été celui de William Herschel qui, dans une longue vie de prodigieux labeur et indépendamment de découvertes comme celle d'Uranus, a sondé le Ciel et donné une description de la voie lactée, a mis en évidence les mouvements propres de centaines d'étoiles et en a déduit le mouvement du Soleil dans l'espace, a signalé de nombreuses étoiles

changeantes, a mesuré et étudié environ 500 systèmes d'étoiles doubles, a reconnu la liaison physique de certains couples, a catalogué plus de 2 500 nébuleuses.

Les travaux de William Herschel ont été le point de départ de l'astronomie stellaire qui s'est développée par étapes successives depuis un siècle.

Trois sortes de questions se présentaient à l'esprit et pouvaient être étudiées avec les moyens dont disposaient les astronomes au début du XIX<sup>e</sup> siècle.

1<sup>o</sup> Perfectionner la connaissance des positions des étoiles, et déterminer les déplacements de chacune d'elles par rapport à la sphère.

J'ai dit quels immenses travaux ont été faits pour mesurer les coordonnées des étoiles et indiqué sommairement combien ont été élaborés de catalogues. Naturellement, la détermination des mouvements propres a été le résultat des comparaisons de catalogues faits à des dates différentes. Elle a été regardée comme partie intégrante de la formation des catalogues eux-mêmes ;

2<sup>o</sup> Mesurer les parallaxes des étoiles, équivalentes à la connaissance de leur distance à la Terre.

On sait que la distance d'une étoile à la Terre se mesure par l'angle des deux directions dans lesquelles elle est vue à six mois environ d'intervalle, quand la Terre est sur deux points de son orbite aussi éloignés que possible. Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle fut déterminée par Bessel la première parallaxe un peu grande et précise, celle, 0"3, de la 61<sup>e</sup> de la constellation du Cygne qui était indiquée par la grandeur de son mouvement propre. La lumière met dix ans à nous venir de cet astre.

Les parallaxes sont extrêmement faibles et leur mesure est une des plus délicates de l'astronomie. On ne l'avait réalisée avec quelque certitude, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle que pour une centaine d'étoiles ;

3<sup>o</sup> S'occuper de mesurer les éclats apparents et, si on le peut, les éclats absolus, et étudier leurs variations.

Ptolémée déjà indiquait par un nombre l'éclat de chaque étoile, les nombres successifs 1, 2, 3, se rapportant à des étoiles de plus en plus faibles. On est arrivé, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, à préciser ces nombres ; une différence d'une grandeur ou magnitude correspondant à un rapport d'éclats égal à 2,512, nombre dont le logarithme est 0,4 ; de sorte qu'un rapport d'éclats de cinq grandeurs correspond exactement au rapport 100 ; un écart de vingt grandeurs au rapport

100000000. C'est l'écart extrême des éclats des étoiles vues aujourd'hui dans les grands télescopes américains.

Pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, l'éclat apparent de chaque étoile, tel que nous le percevons sur Terre, a été estimé visuellement par comparaison avec des étoiles environnantes; on a aussi adapté aux instruments astronomiques des photomètres de différents types au moyen desquels on a obtenu la précision du dixième de grandeur.

Les magnitudes qu'auraient les astres, s'ils étaient vus tous d'une même distance, ne peuvent être fixées que si l'on connaît leurs distances réelles. Les magnitudes correspondantes sont dites magnitudes absolues. Celles que l'on a pu évaluer diffèrent les unes des autres de quinze grandeurs. Le Soleil est d'un éclat moyen.

Deux faits très importants sont venus élargir dans d'énormes proportions le domaine des recherches astronomiques : d'abord, l'adaptation de spectroscopes aux lunettes; plus tard, l'introduction des procédés de la photographie.

Dès 1818, un constructeur, Fraunhofer, obtenait visuellement un spectre du Soleil sillonné d'une multitude de raies obscures. On reconnaissait plus tard que ces raies renseignaient sur la nature chimique de l'atmosphère solaire. En 1885, après de nombreux essais faits en divers lieux, notamment après l'obtention par l'astronome américain Rutherford de très belles épreuves de la Lune, Paul et Prosper Henry, à Paris, obtenaient de magnifiques clichés purement stellaires.

L'amiral Mouchez, les ayant présentés à l'Académie des Sciences de Paris, et en ayant envoyé des spécimens à Sir David Gill, sur son initiative et celle de Sir David, fut réuni en 1887 à Paris, un congrès qui décida l'exécution et la mesure d'un catalogue photographique contenant toutes les étoiles jusqu'à la onzième grandeur, et celle d'un atlas dont les cartes contiendraient les images des étoiles jusqu'à la quatorzième. Pour la carte, la reproduction des clichés par héliogravure sur des plaques de cuivre fut autorisée. Les clichés devaient être carrés, de deux degrés en déclinaison et autant en ascension droite dans l'équateur. Il fallait pour toute la sphère obtenir 10000 clichés pour le catalogue et autant pour la carte. On décida, en outre, que ceux du catalogue, à poses courtes, seraient faits deux fois, chacun de ceux de la seconde série recouvrant symétriquement, pour un quart, quatre clichés de la première. On prit des mesures pour éviter ou reconnaître les fausses images.

Le travail fut réparti entre dix-huit observatoires, dont chacun avait à faire en moyenne 555 clichés de la carte et 1 110 du catalogue. La France se chargea de quatre zones contigües, de  $-4^{\circ}$  à  $+24^{\circ}$  de déclinaison et demanda vingt-cinq ans à partir du commencement du travail, pour le faire. La Belgique entreprit, en 1905, une zone de la carte attribuée d'abord à l'Observatoire de Potsdam. Malgré la guerre, les engagements de la France seront tenus. Dans quatre ou cinq ans elle aura terminé sa part. Partout le travail du catalogue avance rapidement. C'est de 2 à 3 millions d'étoiles que contiendra ce catalogue; plus de 20 millions figurent sur la carte, et les positions, même sur la carte, seront très sensiblement plus précises que celles des catalogues méridiens antérieurs.

La comparaison des clichés obtenus au début du travail avec ceux que l'on aura en les reprenant dans peu d'années donnera un nombre immense de mouvements propres, et avec une grande précision. Quant à la carte, la reproduction, là où elle a été faite en héliogravure sur cuivre, sera extrêmement précieuse. L'ensemble des 5 000 clichés ainsi reproduits jusqu'à présent, dont chacun inaltérable, porte, gravées au creux, les images des étoiles, constituera pour l'histoire du Ciel dans l'avenir et jusqu'aux générations les plus reculées un document incomparable qui n'aura historiquement d'équivalent que l'ensemble des inscriptions qui nous ont révélé les civilisations antiques. Nous avons, Français, ressenti une grande joie le jour où l'Observatoire Royal de Belgique a assumé pour la carte la charge de la zone confiée d'abord à celui de Potsdam; pourquoi ne saisis-je pas cette occasion de dire combien son illustre directeur, M. Lecoq, par sa haute intelligence, par la clarté et la hauteur de ses vues, par la noblesse de son caractère, nous a rendu de services à tous dans les Conférences internationales. Combien j'ai regretté de ne pas le retrouver ici aujourd'hui, et que son absence soit motivée par l'état de sa santé.

La photographie a élargi dans une proportion presque indéfinie le domaine accessible à l'homme dans l'univers. J'ai dit que les astronomes américains envisagent maintenant des études sur les étoiles de vingt et unième grandeur, 600 fois plus faibles que celle de quatorzième. Le nombre de ces dernières sera de l'ordre de 25 000 000, c'est par milliards que l'on peut évaluer le nombre de celles de la grandeur vingt et un.

La photographie a facilité nombre de travaux; elle est le moyen le



plus sûr de déterminer les parallaxes; elle a permis d'en obtenir qui ne dépassent pas 0''05 soit la mesure de la distance des étoiles dont la lumière met plus de cent ans à nous parvenir.

La spectroscopie devenue la spectrographie, a permis aussi d'étudier des questions inaccessibles à nos devanciers. En nous donnant des renseignements sur la nature des étoiles, elle a permis d'en établir une classification, basée sur l'état physique et chimique de leur atmosphère.

En second lieu, elle fournit un moyen de mesurer, en kilomètres par seconde, la vitesse avec laquelle une étoile s'approche ou s'éloigne de la Terre, sa vitesse radiale, par l'application d'une méthode indiquée indépendamment par Doppler et Fizeau; les raies du spectre d'une étoile se déplacent vers le violet si l'étoile se rapproche de la Terre et d'autant plus que la vitesse est plus grande.

En outre, l'emploi systématique du spectrographe a révélé l'existence d'un nombre considérable d'étoiles doubles très serrées, généralement inséparables visuellement, auxquelles on a donné le nom de doubles spectroscopiques. Si un système binaire peut être observé à la fois comme double visuelle et comme double spectroscopique, les observations visuelles permettent de déduire l'orbite relative et par suite le mouvement relatif en arc; l'examen du spectre fait connaître la vitesse radiale en kilomètres par seconde des composantes du mouvement relatif. Ayant cette même composante en secondes d'arc, on en déduira la distance de l'étoile à la Terre. Un tel cas est rare;  $\alpha$  Centaure en est un exemple dans lequel a été pleinement confirmée la valeur de la parallaxe mesurée directement. Nous aurons dans la suite de cette conférence à donner d'autres exemples de détermination indirecte d'un élément dont la mesure directe est impossible.

Aux questions que nous avons énumérées jusqu'ici, il faut joindre encore les colorations diverses des étoiles dont l'effet est d'établir les écarts qui peuvent dépasser deux grandeurs entre les magnitudes photographique et visuelle d'une même étoile. L'excès algébrique de la première sur la seconde a reçu le nom d'indicateur de couleur. La coloration des étoiles dépend des intensités relatives des diverses régions de leur spectre. L'indicateur de couleur renseigne donc sur les spectres. On peut l'obtenir pour des astres bien plus faibles que ceux qui sont accessibles au spectroscope, et c'est ce qui fait son importance.

Enfin, nous dirons que les masses et les densités peuvent être

obtenues pour certaines catégories d'étoiles : binaires visuelles, binaires spectroscopiques, variables à éclipse. Si l'on a le mouvement et la parallaxe d'un tel système, on en peut déduire les masses des composantes. Dans le petit nombre des cas connus on constate que le rapport de ces masses est voisin de un, même avec de grandes différences d'éclat.

Aux problèmes qui s'étaient posés dans le cours du XIX<sup>e</sup> siècle, la puissance des moyens nouveaux a permis d'ajouter les suivants : état physique des astres, températures, masses, densités, éléments constitutifs; lois de leur évolution, leur distribution dans l'espace, leur distance à la Terre, les dimensions du monde sidéral.

L'exposé détaillé, en une conférence, des résultats obtenus dans les diverses voies que je viens d'énumérer, serait impossible. En 1914, ceux qui se rapportent aux mouvements des étoiles et à la constitution du monde sidéral ont été rassemblés par un astronome anglais de la plus haute valeur, A.-S. Eddington, dans un beau livre intitulé : *Les mouvements stellaires et la structure de l'Univers*. Outre les éléments dont j'ai parlé, l'auteur consacre deux chapitres de très grande importance au dénombrement des étoiles et aux recherches statistiques. L'auteur conclut en ces termes : « Il est certain » que ces recherches ont déjà beaucoup accru notre connaissance de » la distribution et de la lumière des étoiles. Si l'approximation n'est » pas encore très serrée, notre connaissance vague diffère beaucoup » de notre ignorance complète antérieure. Le principal intérêt de ce » chapitre se trouve dans l'espoir pour l'avenir. »

Mais depuis 1814 les résultats obtenus sont immenses, et je voudrais en donner une idée en signalant simplement trois découvertes, les deux dernières récentes, la plus ancienne remontant à 1904.

A cette date Kapteyn, l'illustre directeur du Laboratoire de Groningue montra que les mouvements propres des étoiles ne sont pas distribués au hasard. Par une étude méthodique, il mit en évidence une distribution systématique des mouvements propres dans chaque région limitée de la sphère, dans deux directions principales, de sorte qu'on peut envisager les étoiles comme formant deux courants distincts, l'un plus important que l'autre à peu près dans le rapport de 3 à 2. Les directions des deux essaims sont inclinées de 100° l'une sur l'autre; elles sont parallèles au plan moyen de la voie lactée.

L'étude de ces courants stellaires est liée à celle du mouvement du Soleil lui même dans l'espace que Herschel, en 1783, avait déterminé

au moyen d'un très petit nombre d'étoiles et avait obtenu un résultat remarquablement exact. En vérité, le résultat varie avec l'ensemble d'étoiles que l'on a choisi comme repère. De très nombreuses recherches ont été faites sur ce sujet; on peut dire que, avec une vitesse d'environ 20 kilomètres par seconde, le Soleil se dirige vers un point de la constellation de la Lyre ayant pour ascension droite  $270^\circ$  et pour déclinaison  $34^\circ$ .

La mesure des distances stellaires, par la détermination des parallaxes, ne peut s'appliquer qu'à un nombre d'étoiles extrêmement restreint, qu'on estime ne pouvoir guère dépasser 2000. Un des plus grands progrès de l'astronomie sidérale a été la mise en œuvre des méthodes indirectes de mesures de distances, qui semblent devoir nous permettre d'atteindre les limites du monde sidéral. Je ne puis entrer ici dans des détails et des discussions, je voudrais simplement essayer de vous donner le principe de la méthode très féconde due à M. Adams, de l'Observatoire du Mont Wilson.

Une source lumineuse paraît d'autant plus faible qu'elle est plus éloignée de l'observateur. Si l'on connaît son intensité, c'est-à-dire l'éclairement qu'elle produit à l'unité de distance, on peut obtenir sa distance simplement en mesurant l'éclairement qu'elle produit de la position qu'elle occupe. Si donc on pouvait évaluer par quelque procédé que ce fût l'intensité lumineuse d'une étoile, on en déduirait sa distance par une mesure photométrique d'éclat que nous savons effectuer même pour les étoiles les plus faibles et les plus éloignées. M. W. S. Adams a donné précisément un moyen d'évaluer l'intensité lumineuse d'une étoile en mettant en évidence certaines relations entre les apparences des raies du spectre et l'intensité lumineuse de l'astre. Nous pouvons espérer maintenant, pour certains types spectraux, obtenir la distance de tous les astres dont on a le spectre.

Un autre astronome américain, H. N. Russell, nous a donné une théorie de l'évolution des étoiles, qui paraît relier tous les faits que nous connaissons.

Les étoiles commencent leur vie, en tant qu'étoiles, sous la forme d'agglomérations énormes de gaz extrêmement ténus; elles sont à température relativement basse, peu lumineuses et nous paraissent rougeâtres. Par suite de la gravitation ces gaz se condensent, l'astre se contracte, sa température s'accroît, sa brillance augmente de plus en plus et sa couleur passe du rouge au blanc bleuâtre; son type spectral se modifie peu à peu; du type M indiquant un état physique

analogue à ceux que nous savons produire dans nos laboratoires, il passe au type B, où nos éléments paraissent s'être complètement dissociés et où seuls peuvent subsister l'hélium et l'hydrogène. Au stade 3 l'étoile a atteint sa température maxima. Le dégagement de chaleur produit par la contraction ne compense plus la perte par rayonnement vers l'espace; l'astre se refroidit, il repasse pour nous par toutes les apparences qu'il avait dans la première partie de sa vie, mais il se contracte de plus en plus, devient de plus en plus dense en diminuant de dimensions, se racornit pour ainsi dire. Dans sa jeunesse c'était une étoile géante, maintenant c'est une étoile naine d'un volume peut-être un million de fois moindre.

J'ajouterai que récemment, au Mont Wilson, par l'application d'une méthode essayée à Marseille antérieurement, on a pu mesurer des diamètres apparents d'étoiles.

Je ne puis m'étendre davantage sur les progrès de l'astronomie. Ils ne sont assurément pas inférieurs à ceux qui nous éblouissent dans les autres sciences. Je terminerai en vous donnant une vue d'ensemble du monde sidéral tel que nous le considérons actuellement.

La plupart des étoiles que nous observons sont rassemblées dans une région lenticulaire de l'espace dont le diamètre est sextuple de l'épaisseur. Notre Soleil est près du centre et légèrement en dehors de l'équateur de cet amas local. Une sphère qui contient les étoiles dont la parallaxe dépasse  $0''2$  ne contient pas plus de 18 étoiles, 30 peut-être si on tient compte de ce que des étoiles très faibles ont pu nous échapper. La lumière met une trentaine d'années à traverser cette sphère. Dans une sphère de rayon décuple, la densité stellaire reste la même; mais le rayon est centuple, de façon que la sphère englobe les étoiles de parallaxe  $0''002$ ; elle contient dans la région du pôle de la voie lactée des parties vides d'étoiles. Les masses des étoiles paraissent comparables; leur densité est très variable: dans les unes, moindre que celle des gaz des tubes de Crookes, dans d'autres, plus grande que celle de nos métaux les plus lourds. Les luminosités peuvent varier dans le rapport de 1 à 1 million. Très rares sont les étoiles très lumineuses. Des 18 étoiles à grande parallaxe, 5 seulement ont des luminosités supérieures à celles du Soleil. Les plus lumineuses sont peut-être très éloignées de nous et mêlées aux condensations stellaires de la voie lactée.

Le tiers peut-être du nombre des étoiles sont doubles.

Les vitesses dans notre amas local ne dépassent pas 50 kilomètres

par seconde. Indépendamment des deux grands courants de Kapteyn, un grand nombre de groupes peuvent être formés contenant chacun des étoiles ayant un même mouvement, sans qu'il y ait de lien entre les points du Ciel vers lesquels ils se dirigent.

Au delà de notre amas local sont les masses stellaires ou nébuleuses de la voie lactée qui peut-être entourent l'amas local, peut-être en sont comme une extension. Notre Soleil est décentré par rapport à elles. Il y a des nébuleuses informes : il y a des amas resplendissants globulaires, des nébuleuses planétaires, un million peut-être de nébuleuses spirales. Mais quelles sont les dimensions de la voie lactée ? De 200 années de lumière par les déterminations directes de parallaxes, de 600 pour les étoiles d'Orion par la discussion des mouvements parallactiques, les distances que nous mesurons sont portées à 2 000 ou 3 000 années de lumière par la méthode spectrophotométrique d'Adams, de 30 000 à 200 000 par les évaluations de Shapley sur les Céphéides et les amas globulaires. Ces résultats ont étonné Shapley lui-même. Jusqu'à eux on admettait pour le diamètre de la galaxie 15 000 à 20 000 années de lumière.

Est ce là tout l'univers stellaire ? Il ne le semble pas. Au milieu des centaines de millions d'étoiles qui se prêtent à nos observations, on aperçoit des astres très différents, nébuleuses informes, amas globulaires, nébuleuses planétaires, spirales. Tous, sauf les spirales, paraissent, par suite de leur distribution par rapport à la voie lactée, appartenir à la galaxie. Mais les spirales forment des mondes à part. Leur nombre est immense ; mais aucune ne se trouve dans la voie lactée, tandis qu'elles sont très nombreuses vers son pôle. Leurs vitesses radiales dépassent 1 000 kilomètres par seconde, tandis que pour les étoiles les vitesses de 50 kilomètres sont exceptionnelles. Leur forme est très caractéristique et leur constitution bien différente de celles des nébuleuses informes et des amas. Elles offrent souvent plusieurs branches avec des chapelets de condensations qu'on ne peut appeler étoile, non plus qu'on ne peut appeler nébuleuse la matière qui les relie. Elles sont orientées de toutes manières ; elles offrent les dimensions les plus diverses. Quand elles sont vues de profil, elles montrent un noyau ellipsoïdal dans le plan équatorial duquel se trouvent les branches de la spirale, très plates. Souvent des nébuleuses obscures se projettent sur elles ; un très grand nombre d'étoiles temporaires y apparaissent. On en compte plus de 100 dans la grande nébuleuse d'Andromède.

analogue à ceux que nous savons produire dans nos laboratoires, il passe au type B, où nos éléments paraissent s'être complètement dissociés et où seuls peuvent subsister l'hélium et l'hydrogène. Au stade 3 l'étoile a atteint sa température maxima. Le dégagement de chaleur produit par la contraction ne compense plus la perte par rayonnement vers l'espace; l'astre se refroidit, il repasse pour nous par toutes les apparences qu'il avait dans la première partie de sa vie, mais il se contracte de plus en plus, devient de plus en plus dense en diminuant de dimensions, se racornit pour ainsi dire. Dans sa jeunesse c'était une étoile géante, maintenant c'est une étoile naine d'un volume peut-être un million de fois moindre.

J'ajouterai que récemment, au Mont Wilson, par l'application d'une méthode essayée à Marseille antérieurement, on a pu mesurer des diamètres apparents d'étoiles.

Je ne puis m'étendre davantage sur les progrès de l'astronomie. Ils ne sont assurément pas inférieurs à ceux qui nous éblouissent dans les autres sciences. Je terminerai en vous donnant une vue d'ensemble du monde sidéral tel que nous le considérons actuellement.

La plupart des étoiles que nous observons sont rassemblées dans une région lenticulaire de l'espace dont le diamètre est sextuple de l'épaisseur. Notre Soleil est près du centre et légèrement en dehors de l'équateur de cet amas local. Une sphère qui contient les étoiles dont la parallaxe dépasse 0''2 ne contient pas plus de 18 étoiles, 30 peut-être si on tient compte de ce que des étoiles très faibles ont pu nous échapper. La lumière met une trentaine d'années à traverser cette sphère. Dans une sphère de rayon décuple, la densité stellaire reste la même; mais le rayon est centuple, de façon que la sphère englobe les étoiles de parallaxe 0''002; elle contient dans la région du pôle de la voie lactée des parties vides d'étoiles. Les masses des étoiles paraissent comparables; leur densité est très variable: dans les unes, moindre que celle des gaz des tubes de Crookes, dans d'autres, plus grande que celle de nos métaux les plus lourds. Les luminosités peuvent varier dans le rapport de 1 à 1 million. Très rares sont les étoiles très lumineuses. Des 18 étoiles à grande parallaxe, 5 seulement ont des luminosités supérieures à celles du Soleil. Les plus lumineuses sont peut-être très éloignées de nous et mêlées aux condensations stellaires de la voie lactée.

Le tiers peut-être du nombre des étoiles sont doubles.

Les vitesses dans notre amas local ne dépassent pas 50 kilomètres

par seconde. Indépendamment des deux grands courants de Kapteyn, un grand nombre de groupes peuvent être formés contenant chacun des étoiles ayant un même mouvement, sans qu'il y ait de lien entre les points du Ciel vers lesquels ils se dirigent.

Au delà de notre amas local sont les masses stellaires ou nébuleuses de la voie lactée qui peut-être entourent l'amas local, peut-être en sont comme une extension. Notre Soleil est décentré par rapport à elles. Il y a des nébuleuses informes : il y a des amas resplendissants globulaires, des nébuleuses planétaires, un million peut-être de nébuleuses spirales. Mais quelles sont les dimensions de la voie lactée ? De 200 années de lumière par les déterminations directes de parallaxes, de 600 pour les étoiles d'Orion par la discussion des mouvements parallactiques, les distances que nous mesurons sont portées à 2 000 ou 3 000 années de lumière par la méthode spectrophotométrique d'Adams, de 30 000 à 200 000 par les évaluations de Shapley sur les Céphéïdes et les amas globulaires. Ces résultats ont étonné Shapley lui-même. Jusqu'à eux on admettait pour le diamètre de la galaxie 15 000 à 20 000 années de lumière.

Est ce là tout l'univers stellaire ? Il ne le semble pas. Au milieu des centaines de millions d'étoiles qui se prêtent à nos observations, on aperçoit des astres très différents, nébuleuses informes, amas globulaires, nébuleuses planétaires, spirales. Tous, sauf les spirales, paraissent, par suite de leur distribution par rapport à la voie lactée, appartenir à la galaxie. Mais les spirales forment des mondes à part. Leur nombre est immense ; mais aucune ne se trouve dans la voie lactée, tandis qu'elles sont très nombreuses vers son pôle. Leurs vitesses radiales dépassent 1 000 kilomètres par seconde, tandis que pour les étoiles les vitesses de 50 kilomètres sont exceptionnelles. Leur forme est très caractéristique et leur constitution bien différente de celles des nébuleuses informes et des amas. Elles offrent souvent plusieurs branches avec des chapelets de condensations qu'on ne peut appeler étoile, non plus qu'on ne peut appeler nébuleuse la matière qui les relie. Elles sont orientées de toutes manières ; elles offrent les dimensions les plus diverses. Quand elles sont vues de profil, elles montrent un noyau ellipsoïdal dans le plan équatorial duquel se trouvent les branches de la spirale, très plates. Souvent des nébuleuses obscures se projettent sur elles ; un très grand nombre d'étoiles temporaires y apparaissent. On en compte plus de 100 dans la grande nébuleuse d'Andromède.

On est naturellement porté à admettre que les spirales ne font pas partie de notre monde galactique, qu'elles en sont isolées, et qu'elles sont, comme les îles, les archipels de l'espace.

Notre galaxie serait l'une d'entre elles. Notre amas local serait le noyau ellipsoïdal central de la spirale, la voie lactée en serait les branches. Les vitesses radiales de 1000 kilomètres correspondraient au mouvement d'ensemble de notre galaxie. Le tableau est séduisant.

Les dimensions de l'univers stellaire ainsi étendu sont prodigieuses, même dans l'hypothèse antérieure aux derniers travaux de Shapley de 15 000 années de lumière pour la galaxie. La nébuleuse d'Andromède serait à 1 000 000 d'années de lumière, et les spirales les plus faibles que nous apercevions à 200 000 000. Or, les derniers résultats de Shapley conduiraient à multiplier encore ces nombres par 20.

Avec ces dimensions ainsi multipliées, les étoiles nouvelles que l'on aperçoit dans les branches des spirales auraient des magnitudes absolues hors de proportion avec celles des étoiles de notre galaxie. Aussi H. Shapley cherche-t-il à expliquer les particularités des spirales en les rapprochant beaucoup de nous, en en faisant des constituants de la galaxie. Il a eu récemment une discussion très serrée avec un autre astronome américain Stebbins D.-C. Curtiss de l'Observatoire Allegheny. Les deux contradicteurs, après s'être communiqué mutuellement leurs idées, en ont publié les exposés; l'accord s'est fait entre eux sur certains points, mais sur l'immensité de la voie lactée, et ses relations avec les spirales, chacun est resté sur son terrain.

Il n'y a pas quarante ans que ces problèmes sont posés. Des progrès considérables ont été réalisés. Les difficultés surmontées ont été très grandes. Il a fallu rapprocher des faits dont la constatation eût été regardée il y vingt ans comme impossible; il a fallu souvent du rapprochement des propriétés de quelques étoiles, par des généralisations hardies, déduire des lois très générales. L'astronomie stellaire n'est pas achevée. Née en Europe, elle a progressé par les efforts d'astronomes du nouveau continent comme de l'ancien. Ceux-ci se remettent à l'œuvre. Pendant la grande guerre, les observatoires américains ont pu travailler encore et avec une activité et un succès dont j'ai essayé de donner une idée. Plusieurs nations européennes ont dû renoncer à tout effort qui n'avait pour objet immédiat la victoire. La Belgique, la France, l'Angleterre, l'Italie et leurs alliés, et avec eux les Américains se sont couverts de gloire et ont sauvé la civilisation européenne menacée. Personne ne me reprochera d'avoir nommé les



Belges tout d'abord. Français, nous savons ce que nous devons à ce peuple, à son Roi, à la Souveraine incomparable dont les noms resteront dans l'histoire parmi les grands.

Après la conférence, on a projeté sur l'écran des clichés obtenus au télescope de 1 m. 50, du Mont Wilson :

*1<sup>o</sup> Nébuleuses liées à des étoiles.*

De Merope, de Maia : Pléiades.

Du Hibou : Grande Ourse.

Du Crabe : Taureau.

Trifide : Sagittaire.

Grande nébuleuse d'Orion.

Nébuleuse du Cygne (Dentelle).

Dentelle (Cygne).

*2<sup>o</sup> Amas.*

M<sub>3</sub> : Chiens de chasse.

M<sub>33</sub> : Hercule.

*3<sup>o</sup> Nébuleuses spirales.*

Chiens de chasse.

Chevelure de Bérénice.

M. 81 : Grande Ourse.

101 : Grande Ourse.

M. 33 : Triangle.

M. 51 : Chiens de chasse.

*N. de la R.* — On trouvera, dans un de nos prochains numéros, un article sur les nébuleuses, illustré de nombreuses photographies. C'est pour cette raison que nous n'avons pas cru nécessaire de reproduire ici les superbes clichés projetés par M. Baillaud.



Conférence de M. le général FERRIÉ.

---

## **Les applications diverses de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil.**

Les perfectionnements qu'a reçus la T. S. F. pendant ces dernières années, et qu'elle reçoit encore sans cesse, lui permettront de jouer un rôle considérable dans l'avenir, notamment pour les communications à grande distance. Il faut observer, en effet, que la radiotélégraphie peut conférer à un pays une indépendance presque complète dans le domaine des communications. Avec un réseau bien organisé il n'est plus toujours nécessaire de recourir aux pays voisins ou aux détenteurs de grands câbles sous-marins, transitaires obligatoires en télégraphie ordinaire. La Belgique l'a bien compris. Déjà avant la guerre, Sa Majesté le Roi Albert avait consacré une partie de son parc de Laeken à la construction d'une grande station et de la première école de T. S. F. Tout cela fut détruit par les Barbares. Un nouveau grand poste, dont la mise en service est certainement très prochaine, va être construit d'après les projets des habiles et sagaces fonctionnaires de son administration des télégraphes, qui permettra à la Belgique de communiquer sans intermédiaire avec sa grande colonie du Congo et avec la plupart des nations lointaines. La France a déjà suivi la même voie. Pour le nombre et la puissance des grandes stations elle n'est égalée par aucune nation européenne : les postes de Bordeaux, Lyon, Nantes, Paris sont déjà en service. Celui de Sainte-Assise sera terminé dans peu de mois. Au Sénégal, au Congo, à Madagascar, au Tonkin, de puissantes stations sont en cours de construction et seront toutes achevées au plus tard au début de 1923.

Les dépenses qu'entraînent de pareilles constructions sont considérables, mais elles sont justifiées non seulement par l'intérêt national que présente la création de pareilles communications, mais aussi par

la certitude que la plupart des postes ainsi créés auront bientôt un trafic suffisant pour couvrir leurs frais de fonctionnement, ainsi que l'amortissement du capital engagé.

La mise au point d'émetteurs et de récepteurs assez rapides pour écouler un très grand nombre de mots à l'heure est déjà réalisée : émetteurs Wheastone, Creed, appareils Baudot ont déjà donné des résultats concluants; enregistreurs phonographiques, photographiques, télégraphiques, onduleurs, etc., ont déjà fait leurs preuves. Aussitôt que les réseaux seront achevés et que le public aura donné définitivement sa confiance aux ondes hertziennes, le développement du trafic sera assuré.

A vrai dire les communications radiotélégraphiques sont gravement troublées à certaines heures, notamment en été, et aux colonies, par les phénomènes électriques naturels. Des dispositifs spéciaux ont été créés qui réduisent beaucoup le nombre de ces heures et, grâce aux procédés d'émission et réception rapides, le nombre de mots qui pourront être transmis chaque jour en dehors de ces mauvais moments, sera largement suffisant dans la très grande majorité des cas. Le débit pourra en outre être encore augmenté par la transmission en duplex.

Trois procédés peuvent être envisagés pour établir des communications à grande distance : arcs Poulsen, alternateurs de haute fréquence, lampes puissantes à trois électrodes. Tous ont leurs avantages et leurs inconvénients, mais l'alternateur semble devoir être préféré, en Europe tout au moins, pour le moment. Il n'est pas certain cependant que la technique de l'arc Poulsen, encore très intéressant notamment pour les postes coloniaux, ne puisse être améliorée au point de lui faire reprendre l'avantage. Déjà on est parvenu à lui faire transmettre avec son énergie complète, deux télégrammes simultanés. Quant aux lampes puissantes, elles n'ont pas encore fait leurs preuves pour les communications à très grande distance et il est prudent de réserver encore son avis pour l'avenir.

Pour les moyennes distances et notamment à l'intérieur des colonies, l'emploi de la T. S. F. présente aussi un très grand intérêt. La Belgique a été la première à créer depuis plus de dix ans un grand réseau radiotélégraphique colonial au Congo, grâce à l'initiative directe et aux interventions financières de Sa Majesté le Roi Albert, et sous la direction du savant ingénieur M. Goldsmidt. Actuellement les trois procédés indiqués pour les grandes portées peuvent encore

être employés pour les distances moyennes, mais la lampe à trois électrodes paraît avoir pris définitivement l'avantage dans ce cas.

Il en est de même pour les communications à faible portée. L'effort considérable fait pendant la guerre a porté cette technique spéciale à un très haut degré de perfectionnement qui n'a pas encore été dépassé depuis 1918. Il est possible d'installer autant de communications simultanées qu'on peut le désirer dans une zone étroite, et cela sans aucune gêne pour l'une quelconque d'entre elles. Qu'il me soit permis de remarquer que tous les procédés nouveaux ont été créés et appliqués pour la première fois en France, pendant la guerre ; petits postes à lampes, récepteurs à bord d'avions, amplificateurs puissants pour haute et basse fréquence, petits postes radiotéléphoniques, radiogoniomètres à un seul cadre mobile, télé mécanique, T. P. S., etc. L'armée belge a apporté dans cette voie comme dans toutes les autres sa précieuse collaboration à l'armée française, sous l'habile direction du major Wibier, chef du service radiotélégraphique, et du professeur Philipson, commandant de réserve.

Les applications du temps de paix, en ce qui concerne la T. S. F. à courte distance, sont relativement peu importantes ; elles se bornent aux communications des avions et des navires et à quelques liaisons spéciales, notamment dans les pays de montagnes et dans les îles voisines des côtes.

La téléphonie sans fil, dont les premières applications pratiques ont été faites également pendant la guerre, peut être employée dès maintenant à un certain nombre d'usages intéressants. Toutefois, il ne faut pas s'exagérer l'importance de ces applications. La téléphonie sans fil présente, en effet, un certain nombre d'inconvénients, en l'état actuel de la technique, qui limitent beaucoup l'emploi qui peut en être fait et la rendent très nettement inférieure à la télégraphie sans fil. Tout d'abord sa portée est beaucoup plus faible que celle qu'on obtient, avec des moyens semblables, quand on fait usage de la télégraphie sans fil. La réception de la téléphonie sans fil est plus facilement brouillée que celle de la télégraphie sans fil à ondes entretenues. Son emploi ne peut pas s'ajouter à celui de la télégraphie sans fil dans la même gamme de longueur d'ondes ; il faut choisir entre l'une ou l'autre. De plus, une émission de téléphonie sans fil occupe un espace plus grand, dans la gamme des longueurs d'onde, qu'une émission de télégraphie sans fil. Ce dernier fait prend une importance considérable quand on emploie de grandes longueurs d'onde ou, en d'autres

termes, des fréquences relativement basses. Les vibrations sonores de la voix humaine ajoutent ou retranchent, en effet, leur fréquence à celle des ondes hertziennes, et leur fréquence atteint 2,000 périodes pour certaines harmoniques. La largeur occupée par une émission de téléphonie sans fil est donc de 4,000 périodes. C'est peu et ce n'est pas gênant quand les ondes hertziennes sont courtes, c'est-à-dire ont une fréquence de plusieurs centaines de mille périodes. C'est beaucoup au contraire dans le cas d'ondes longues, c'est-à-dire ayant une fréquence d'un petit nombre de dizaines de mille périodes par seconde. Considérons en particulier les ondes dont on fait usage pour les grandes portées et dont la longueur d'onde est comprise entre 8,000 et 25,000 mètres. On peut dans cette gamme placer environ cent communications par télégraphie sans fil tout à fait indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire pouvant fonctionner simultanément sans se gêner. Si nous transformons en fréquence les deux limites de 8,000 et 25,000 mètres, nous trouvons 37,000 et 12,000 périodes. Le nombre de périodes disponibles est donc de 25,000. Comme une émission de téléphonie sans fil nécessite 4,000 périodes, on ne pourrait donc pas utiliser en tout sept communications radiotéléphoniques à grande puissance en Europe. De plus, si ces sept communications étaient installées, on ne pourrait plus faire sans brouillage une seule communication par télégraphie sans fil.

L'emploi de la téléphonie sans fil ne peut donc être envisagé qu'en faisant usage d'ondes courtes. Les applications qu'il peut être utile de réaliser sont les suivantes : Communications entre avions et terre, et entre navires et terre; liaisons de points situés à courte distance; envoi à heures fixes de nouvelles de presse, de bourse, de renseignements météorologiques, de conférences, de concerts, etc., par quelques rares postes de téléphonie sans fil de puissance moyenne, ayant une portée assez limitée, de manière que toutes ces émissions puissent être recueillies simultanément par un très grand nombre de postes récepteurs.

Il est également intéressant de faire usage de la téléphonie sans fil pour relier deux usines électriques d'un même réseau, car la téléphonie avec fil ne peut généralement pas être employée dans ce cas par suite de l'induction des courants industriels.

Les Américains ont également mis en service depuis un certain temps de la téléphonie sans fil « sur fil ». En employant des ondes hertziennes au lieu de courant continu, en téléphonie ordinaire, on

est parvenu à faire cinq communications simultanées sur un même circuit.

Tous ces avantages et inconvénients de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil rendent nécessaire l'établissement d'une réglementation internationale. Il ne faut pas cependant fixer de règles trop étroites, car elles risqueraient de gêner le développement et les applications de perfectionnements ou inventions nouvelles. Une grande conférence internationale sera réunie dans un an environ, probablement à Paris, pour étudier et mettre au point cette grave question.

Il est probable qu'on sera conduit à fusionner les deux conventions internationales existant actuellement et qui sont relatives l'une, à la télégraphie, l'autre à la radiotélégraphie.

En dehors de son emploi pour l'échange de télégrammes, la télégraphie sans fil a reçu un certain nombre d'applications pratiques ou scientifiques qui présentent un grand intérêt.

Pour ce qui concerne la navigation proprement dite en particulier, la radiotélégraphie a pris une importance considérable. Des signaux horaires sont envoyés plusieurs fois par jour à grande puissance, avec une précision de l'ordre du dixième de seconde, par des postes tels que la tour Eiffel, en Europe, et Annapolis, aux Etats-Unis. Grâce à ces signaux, chaque navire possède, en permanence, avec une grande exactitude et en ne faisant usage que d'un chronomètre quelconque qu'il compare chaque jour à la télégraphie sans fil, l'heure du méridien origine, alors qu'il ne pouvait la conserver autrefois, avec une précision bien moindre, que moyennant l'emploi de plusieurs chronomètres de valeur, minutieusement surveillés, et comparés chaque jour entre eux. La détermination du « point » peut maintenant être faite avec une plus grande sécurité qu'autrefois.

Lorsque les observations astronomiques nécessaires à la détermination du « point » n'ont pu être faites par suite du mauvais temps, la télégraphie sans fil vient encore apporter au navigateur le moyen de déterminer sa position par la radiogoniométrie, dont le principe a été donné par M. Blondel en 1902. Avec un dispositif récepteur comprenant un cadre mobile, on détermine, avec une précision de l'ordre de 1°, la direction d'où vient une émission de télégraphie sans fil. Lorsqu'un navigateur possède un tel dispositif, il peut déterminer la direction d'un poste à terre dont il connaît la position. Il peut, de même, déterminer plusieurs directions analogues et en déduire sa

position sur la carte. Un certain nombre de radiophares destinés à cet usage ont été installés en France.

Des postes radiogoniométriques ont été également placés sur les côtes, de manière à permettre aux navigateurs, qui ne possèdent pas de radiogoniomètre à bord, de demander par télégraphie sans fil dans quelle direction ils sont entendus par les postes radiogoniométriques de terre, et déterminer encore leur point par les renseignements qui leur sont ainsi fournis.

Des applications semblables ont été réalisées pour les aéronefs.

Un autre procédé a été mis en expérience par le Service Hydrographique de la Marine. Il consiste à utiliser, pour déterminer la position d'un navire, à la fois les ondes hertziennes se propageant dans l'air et le son se propageant dans l'eau. Un signal de télégraphie sans fil est lancé en même temps que se produit une détonation sous l'eau. Un poste à terre enregistre l'arrivée du signal de télégraphie sans fil, par un appareil récepteur, et l'arrivée du son dans l'eau par un microphone immergé. Connaissant la vitesse du son dans l'eau, on détermine la distance du navire par l'intervalle de temps séparant l'arrivée du signal de télégraphie sans fil et celle du son par l'eau. La direction du navire étant aussi connue par les indications d'un radiogoniomètre ordinaire, sa position se trouve déterminée.

Ce procédé sera prochainement utilisé pour la détermination de la carte du Banc de Terre-Neuve.

La Télémécanique, c'est-à-dire la commande à distance par télégraphie sans fil de navires et d'avions sans équipages, a été également l'objet de travaux importants, en France notamment. Déjà, avant la fin de la guerre, un navire sans équipage avait été guidé par des ondes hertziennes transmises par un avion, et avait navigué sans difficultés en tous sens dans la rade de Toulon.

Des dessins géométriques ont pu, d'autre part, être transmis par téléphonie sans fil, d'Annapolis (Etats-Unis) à Paris, avec une exactitude très encourageante (procédé Belin).

Citons maintenant quelques applications de la télégraphie sans fil à des problèmes ayant un caractère scientifique :

La détermination de la différence de longitude entre deux points nécessite la comparaison, au même instant, des pendules placées en ces deux points et dont on a déterminé l'état par des observations astronomiques. La télégraphie sans fil permet de donner facilement

un signal instantané, perçu dans les deux points, et dont il faut déterminer l'heure en chacun d'eux par comparaison avec la pendule locale. C'est un principe semblable à celui qui est employé pour l'envoi de signaux horaires dont il est question plus haut. Une très grande précision peut être obtenue en transmettant par télégraphie sans fil non pas un signal unique, mais une série de signaux également espacés et dont l'intervalle est un peu inférieur à une seconde. En écoutant, dans chaque poste, ces signaux en même temps que la pendule locale, on constitue une sorte de vernier acoustique et on observe des coïncidences périodiques entre les signaux de télégraphie sans fil et les battements de la pendule. On parvient ainsi à déterminer, avec une approximation d'un centième de seconde, l'heure locale de l'un des signaux de télégraphie sans fil. Une pareille comparaison étant faite dans les deux points dont on veut connaître la différence de longitude, celle-ci se trouve déterminée avec une approximation d'un centième de seconde, si la précision des observations astronomiques faites pour déterminer l'état des pendules, est du même ordre.

De nombreuses opérations ont été faites par ce procédé créé en France et maintenant employé dans le monde entier. En particulier, la différence de longitude entre Paris et le Palais royal de Laeken a été ainsi mesurée en 1911, en présence de leurs Majestés le Roi et la Reine des Belges. La délimitation des frontières des Congos belge et français a été faite par télégraphie sans fil. De plus, une mission spéciale belge a établi la carte du Katanga par cette même méthode.

On peut donc déterminer, à quelques mètres près, par l'astronomie et la télégraphie sans fil, la position géographique d'un point de la terre par rapport à un autre. Le Bureau des longitudes a récemment proposé à l'Union Astronomique Internationale d'entreprendre par cette méthode, encore perfectionnée par l'emploi d'appareils enregistreurs de télégraphie sans fil et de dispositifs chronographiques nouveaux, dus principalement aux travaux de M. Abraham, et de procédés astronomiques très perfectionnés, l'établissement d'un canevas général sur toute la surface de la Terre. Les positions relatives des îles et des continents ne sont, en effet, connues pour le moment qu'avec une assez large approximation, très variable d'ailleurs en raison de la diversité des méthodes employées dans les différents pays.

On opérerait tout d'abord sur un polygone fondamental de trois sommets, choisis sur un même parallèle et également espacés (huit



heures environ). Des polygones secondaires viendraient ensuite se raccorder au premier.

En répétant dans l'avenir les mêmes opérations pour les trois sommets du polygone fondamental, il sera possible de déterminer les variations éventuelles de leurs positions géographiques, qui pourraient être dues à une déformation de l'écorce terrestre.

Si la précision des opérations, effectuées pour le polygone fondamental, est assez grande, on pourra également mesurer la vitesse de propagation des ondes hertziennes à la surface de la Terre, avec une exactitude suffisante pour déterminer si cette vitesse est constante, quelle que soit la direction de la propagation par rapport à la rotation de la Terre.

La radiogoniométrie a permis également d'entreprendre des études scientifiques très intéressantes. On a observé, en effet, que les directions indiquées, pour une même émission, par un poste radiogoniométrique, variaient parfois suivant les heures de la journée et suivant les jours. Il s'agit probablement d'effets analogues aux réfractions que l'on envisage en optique, où elles se traduisent par le mirage. Leur origine n'est pas encore précisée, mais elle semble devoir se rattacher à la variation de l'ionisation et à des condensations atmosphériques, dont le rôle, à l'égard des ondes hertziennes, est certainement très différent de celui qu'elles ont vis-à-vis des ondes lumineuses ordinaires. Des recherches sont poursuivies sur cette question à l'Observatoire de Meudon. Des études semblables sont en cours de réalisation également à l'Institut royal météorologique d'Uccle, avec le précieux concours de l'Aéro-Club et de son éminent Président, M. Jacobs.

Il est probable que ces travaux étendront nos connaissances concernant les phénomènes atmosphériques et la météorologie.

Les perturbations électriques naturelles qui se traduisent, pour les radiotélégraphistes, par des signaux « parasites », sont aussi l'objet de recherches approfondies, très précieuses également pour l'avenir de la météorologie. Déjà, l'existence de certains « parasites » permet de conclure à l'approche d'un orage et même parfois de déterminer la direction et la marche de celui-ci au moyen d'un radiogoniomètre.

Dans un autre ordre d'idées, la télégraphie sans fil permettra de simplifier les études de la variation de l'intensité de la pesanteur, au même instant, en des points différents. Il suffira de mesurer, en chacun de ces points, le nombre d'oscillations (et la fraction d'oscillation)

compris entre deux signaux horaires transmis par télégraphie sans fil, l'intervalle de temps entre ces deux signaux étant déterminé une seule fois, par un observatoire par exemple. Des études sont en cours, en France, pour réaliser cette méthode.

Les ondes hertziennes ont été également employées pour des études géologiques, déterminations de gisements métalliques, etc.

Sans pousser plus loin l'exposé des applications de la télégraphie sans fil aux recherches scientifiques, il est permis de conclure que le développement de la radiotélégraphie est souhaitable, autant dans l'intérêt de la science, que pour l'amélioration des communications nationales et internationales.

---

## Séance du 24 décembre 1921.

La séance est ouverte sous la présidence de M. F. JACOBS, président.  
M. Flamache, vice-président, prend la parole :

*Monsieur le Président,  
Mes chers Collègues,*

Il y a quelques jours, j'avais l'honneur de dire à M. Jacobs, devant une assemblée choisie, combien sa collaboration incessante, pendant vingt-cinq années, avait été fructueuse pour la Société Belge d'Astronomie. Mais dans cette circonstance c'était le jubilé de la Société que l'on fêtait, plutôt que celui de son Président, mais elle lui avait tant d'obligations qu'il était impossible de séparer l'un de l'autre, et toutes les félicitations qu'il s'adressaient à la Société devaient nécessairement atteindre celui à qui elle devait tout.

La petite manifestation d'aujourd'hui a un tout autre caractère : elle est intime et familière. Ce sont les membres de la Société qui se retournent vers leur chef et lui rapportent toutes les congratulations jubilaires qu'elle a reçues en lui disant : Merci ! merci de tout cœur. C'est dans cet esprit qu'aujourd'hui je suis leur porte-parole.

Et il est bon, pour que nous puissions apprécier à sa juste valeur ce qui a été fait en notre faveur, de rappeler le but qu'on s'était donné et les résultats qu'on a obtenus.

Bien qu'elle ait toujours rencontré toute la sympathie et le bienveillant concours des hommes de sciences, la *Société Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe* est, en somme, une société d'amateurs. Que faut-il entendre par ce mot : deux choses bien distinctes. C'est d'abord l'homme intelligent et instruit qui, séduit par le côté grandiose des phénomènes offerts par les grandes divisions de la Nature, veut retrouver dans les résultats de la science positive tout ce que les recherches modernes ont enlevé à la poésie de l'Univers. Et sous ce rapport il est bien servi, car, à chacune de nos conférences qui s'adressent à ce public, nous entendons les exclamations : que c'est beau ! que c'est curieux ! ; et des membres nouveaux s'inscrivent dans nos rangs comme des néophytes dans une Eglise nouvelle : la Science.

Quoi de plus beau, en effet, au point de vue esthétique le plus restreint et le plus impersonnel, que les nébuleuses spirales, par exemple, formées de poussières de soleils, que les aurores polaires, les éruptions volcaniques, toute la vie en un mot de ce grand ensemble agissant : l'Univers ? Qu'on y ajoute pour l'homme instruit le côté scientifique pur, le sentiment de la difficulté vaincue, pour savoir, la compréhension des efforts des générations passées et présentes et de ce qui reste à faire aux générations à venir, et l'on conviendra que l'esprit le plus vaste peut trouver toujours dans la culture des sciences du Ciel et de la Terre un champ plus vaste que lui. C'est dans ce milieu d'élite que se rencontre l'amateur dont la sympathie enthousiaste compense la froideur (que dis-je ? l'hostilité) que témoigne le public vulgaire pour les sciences qui, selon lui, ne « rapportent rien » et dont le bilan se solde invariablement en perte pécuniaire.

Mais il y a une autre variété d'amateur. C'est celui qui concourt de ses efforts personnels à l'effort général, qui, avec des moyens restreints, fait des choses utiles, luttant à armes inégales avec les grands observatoires et, toutes proportions gardées, arrivant à des résultats égaux aux leurs. De ces amateurs certains parviennent même au tout premier rang. Faut-il rappeler le musicien William Herschell, construisant de ses mains des instruments supérieurs à ceux des établissements de son temps et, dans un labeur gigantesque, esquissant des résultats que n'ont jamais déclassés les recherches les plus modernes. Dans toutes les sciences, nous rencontrons ainsi des amateurs de génie : le bourgmestre Otto de Guericke, le conseiller Fermat, le phy-

losophe Pascal, lord Ramsay et cent autres, sans oublier les rois d'Espagne, les kalifes musulmans, les empereurs de Chine, qui ont protégé l'astronomie et l'ont même pratiquée avec honneur.

C'est surtout dans les recherches collectives que l'amateur devient un artisan utile du progrès scientifique. Mille observateurs de bonne volonté, munis d'instruments médiocres, peuvent aborder des problèmes devant lesquels l'observatoire unique le mieux outillé serait impuissant. Changements atmosphériques, perturbations sismiques, phénomènes sporadiques du Ciel, observations combinées, tout ce qui demande une attention perpétuelle ou multiple, voilà le domaine de l'amateur actif, où s'ajoutent encore l'étude de la magnitude relative des étoiles, celle de leurs variations d'éclat, toute la photométrie du Ciel, etc.

Que de services l'amateur peut rendre aux sciences! Et l'on s'étonne de voir certains savants officiels leur faire grise mine. Je me hâte d'ajouter que M. Lecointe, directeur de l'Observatoire astronomique, et M. Jaumotte, directeur à l'Institut météorologique, ne sont pas tombés dans ce travers et ont toujours témoigné à la Société et à ses membres une bienveillance constante et sympathique. Votons leur de chaleureux remerciements.

Ainsi se rencontre, dans chaque communauté humaine, tout un noyau agissant en faveur des sciences; mais il est diffus et sans puissance, jusqu'au moment où une heureuse initiative met ses éléments en contact et les fait travailler de concert. Tel est le rôle des sociétés scientifiques et la justification de leur existence. Mais tant que leur activité n'a pas atteint sa pleine vigueur, le groupement reste flottant. C'est une enfance à passer et l'âge mûr est difficile à atteindre, car les causes de mort sont nombreuses. La Société Belge d'Astronomie y a été soumise comme les autres.

C'est ici qu'intervient l'homme que nous remercions aujourd'hui. Non content d'en avoir eu l'initiative, il a veillé sur ses jeunes ans, lui apportant non seulement l'appui d'un mécène avisé, mais, ce qui est bien plus indispensable, l'activité d'un directeur dévoué. Le dévouement, comme la bravoure, est contagieux. Comment refuser son concours quand on voit à chaque instant un autre que soi consacrer ses loisirs à un but dont on reconnaît pleinement la valeur? Comment les pouvoirs publics peuvent-ils répondre: « non » à une bonne volonté aussi manifeste et dont ils reconnaissent le bienfaisant effet?

Mais que d'efforts en vingt-cinq ans? Moi, qui ai travaillé aux côtés

de M. Jacobs, je suis confus quand je compare ce que j'ai pu faire avec ce qu'il a fait. Tout autre se serait rebuté devant les obstacles. Lui les a vaincus tous et, sans la maudite guerre, nous eussions têté notre jubilé devant une situation prospère. Mais la guerre est venue! Parfois, quand, dans l'inaction du front, je pensais à notre malheureuse Société, où tout serait à refaire, je craignais bien qu'elle ne fût au nombre des ruines accumulées en quatre années par nos oppresseurs. Mais non! aussitôt l'envahisseur disparu, la Société se relève; elle vit; sa marche est hésitante encore, mais s'affermi tous les jours. Je cherche le moteur initial de cette résurrection. C'est le même qu'à l'origine. Notre chef n'a pas perdu courage : il est sur la brèche et la répare.

J'avoue que, devant un dévouement aussi tenace, je me sens véritablement obligé de mettre mes faibles moyens à sa disposition. Adieu l'inaction chère à mes dernières années! En allant au fond de vos cœurs, mes chers Collègues, ne la sentez-vous pas aussi, cette exigence de devoir bien faire, quand le but a été adopté? Dans notre humanité actuelle, viciée par la guerre, ne se plaint-on pas amèrement de ce laisser-aller de mauvais aloi qui conduit à la ruine? Du savant à l'ouvrier, il y a comme une sorte de neurasthénie; l'humanité est exsangue et ne faut-il pas la galvaniser en rendant à chacun le goût du travail, réagir contre cette tendance à la paresse, exploitée même par certains comme idéal politique? Et d'où peut venir l'exemple, si nécessaire, si ce n'est de nous, chez qui l'éducation scientifique a rendu quasi fatal le sentiment du devoir?

C'est en faisant un chaleureux appel à ce sentiment, en sollicitant de votre part un effort personnel en faveur de nos travaux scientifiques et organiques, que je puis répondre le mieux aux idées de notre Président. Ce serait pour lui, j'en suis sûr, la meilleure récompense et le plus efficace encouragement que de voir chacun, dans la mesure de ses loisirs, lui apporter sa collaboration tout entière.

Monsieur le Président, je termine mon trop long discours. La Société Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe vous doit beaucoup et ses membres, par ma voix, le reconnaissent solennellement à ce jubilé d'un quart de siècle, qui est celui de votre présidence. En servant la science dans une de ses activités les plus utiles et cependant la plus délaissée (ses relations avec le grand public), vous avez mis en contact le savant spécialiste avec ceux qui sont capables de l'apprécier, de le défendre et de l'aider peut-être dans son

travail. Vous avez assuré ainsi à la Société l'estime et la sympathie des représentants de la haute science, tant à l'étranger qu'en Belgique.

Mais tous nos membres ont retiré de cette communion avec la science véritable une satisfaction que peuvent seuls comprendre ceux qui l'ont éprouvée. Pleins de reconnaissance, ils saluent aujourd'hui, en vous, le Président dévoué à qui ils la doivent en grande partie et s'écrient avec moi : Vive la Société Belge d'Astronomie ! Vive son Président !

\* \* \*

Des applaudissements unanimes soulignent les paroles de M. Flamache.

M. Jacobs remercie avec émotion et fait remarquer qu'il ne fut pas seul à lutter au début et que, en particulier, la collaboration de M. Flamache lui fut aussi constante que précieuse.

M. E. Lagrange, président du Comité de rédaction de *Ciel et Terre*, prend ensuite la parole :

*Mon cher Président,*

A ce que vient de vous dire si bien notre Vice-Président, au nom de la Société Belge d'Astronomie toute entière, que pourrais-je ajouter ? Et cependant, je me suis permis de demander la parole. C'est qu'il est encore une chose qui devait être rappelée en cette séance d'hommage à notre Président où nous remémorons le passé et que seul, par la force des choses, je suis amené à pouvoir et à *devoir* exprimer ici.

C'est en effet un devoir que je vais remplir, Monsieur le Président, un devoir dont l'accomplissement, quelque facile qu'il soit, est encore exigé par mes sentiments les plus intimes.

Le Bulletin que publie notre Société porte un sous-titre bien suggestif, bien évocatif, un beau titre : *Ciel et Terre*.

Ce titre a une histoire et je veux la rappeler brièvement aujourd'hui, parce que si le passé a pu léguer ce nom à l'avenir, c'est à vous-même, Monsieur le Président, qu'il le doit, à votre large compréhension des devoirs qu'assume un homme de science envers des efforts scientifiques désintéressés. Et l'œuvre accomplie méritait que le nom ne disparût point.

En l'an 1880, il y a quarante et une années, le personnel scientifique de l'Observatoire royal de Belgique, que dirigeait alors l'illustre

J.-C. Houzeau, se réunissait en une alliance fraternelle pour créer une œuvre d'éducation populaire dans le domaine astronomique, météorologique et de la physique du Globe. Cette œuvre d'éducation, cette œuvre d'éveil scientifique, a été remplie pendant trente années avec la foi qui soulève les montagnes, et Albert Lancaster qui, dès le premier jour, avait été l'organisateur pratique de *Ciel et Terre*, à son dernier jour y consacrait encore ses forces défaillantes. Pendant ces trente années, il réalisa avec une ponctualité, effrayante dirais-je, et malgré tous les travaux qui l'absorbaient, l'apparition bi-mensuelle d'une Revue dont les bulletins, avec un rythme mathématique, tombaient au jour dit dans la boîte de l'abonné. C'était, ce fut toujours une grande force. Ce qui l'était aussi, si pas davantage (je puis en parler sans embarras puisque je ne fus pas des fondateurs) ce fut la composition et l'esprit des articles où, rivalisant de clarté et de perspicacité didactique, Lancaster, Estourgies, Vincent, Fiévez, Niesten, Ch. Lagrange et le regretté Van Rysselberghe que la mort nous a ravi si tôt, exposèrent tour à tour pendant les premières années les fondements de l'astronomie et de la météorologie. La lecture de ces travaux est encore un régal à l'heure actuelle pour ceux qui aiment la belle ordonnance dans l'exposition des vérités acquises alliée à une sévère correction scientifique.

L'influence de *Ciel et Terre* dans l'éducation astronomique du grand public — en Belgique, — on peut l'affirmer, fut décisive. Ce grand public se rendit compte bien vite, que ces hommes de science dévoués lui rendaient un service immense en ouvrant à ses yeux les portes du Ciel, et le succès vint bien vite à *Ciel et Terre*. Ses créateurs eurent la joie de voir leur œuvre appréciée et le terrain dans lequel ils avaient semé se soulever peu à peu sous l'effort de la graine qui y avait germé.

Ce furent là de belles années pour les fondateurs de *Ciel et Terre* et pour ceux qui, dès les premières heures, furent admis parmi eux comme collaborateurs à leur œuvre. Et puisque nous fouillons les vieux souvenirs, qu'il me soit permis d'évoquer ici le nom de Léon Mahillon, professeur d'astronomie à l'École militaire, auquel m'attachaient autant les liens de *Ciel et Terre* que ceux de l'amitié. Quel collaborateur précieux il fut à l'œuvre d'enseignement ! Avec quel enthousiasme et quelle science il s'y était donné. Hélas ! de plus hautes destinées nous l'enlevèrent, où son dévouement à la chose publique eut vite fait d'épuiser ses forces.

Mais trêve à ces pensées.

L'œuvre voulue était donc accomplie; les yeux avaient été ouverts, les esprits avaient travaillé et le terrain était favorablement préparé pour de nouvelles moissons.

Vous pouviez venir, Monsieur le Président, et montrer à ce grand public une œuvre plus *importante* et plus *haute à accomplir*. A vous la foi aussi avait été donnée — mais ce n'était pas *Ciel et Terre* qui l'avait éveillée. Elle fut toujours en vous-même — elle est née avec vous — elle vous suit — elle vous accompagne toujours.

Vous avez dit alors autour de vous : « Non seulement il faut vous instruire des choses du ciel et relever la tête vers les étoiles, mais il faut par vous-même contribuer à la compréhension plus complète du monde mystérieux où nous sommes plongés. Il faut *travailler* de vos mains à la recherche de la connaissance vraie des choses. Unissons-nous, joignons dans ce but nos forces et nos espérances. »

Et vos paroles ont été magnifiquement entendues et les ouvriers ont travaillé au bon travail.

On vient de rappeler votre œuvre de vingt-cinq années fécondes. Je ne pourrais dire mieux ni plus, pour les célébrer, que celui qui fut un de vos collaborateurs de la première heure et le plus éminent.

Alors, pourquoi me suis-je levé et m'a-t-il fallu prendre la parole et vous dire : « Vous avez bien mérité ».

Parce qu'au jour où, aux durs combats de la vie, les défenseurs du vieux drapeau de *Ciel et Terre* furent tombés l'un après l'autre en le défendant, ou bien blessés, durent quitter le champ de la lutte, vous vous êtes précipité pour saisir ce drapeau et, le portant à la tête de votre jeune armée, vous lui avez crié de toute votre âme : *Hoc signo vinces*.

Telles sont les paroles, qu'avec son cœur, un soldat de la vieille armée adresse à l'*Imperator triomphant*.

Des applaudissements prolongés de l'assemblée ratifient les paroles de M. Lagrange.

M. F. Jacobs signale combien il est touché par la manifestation de sympathie dont il vient d'être l'objet. Il termine par un vibrant article de foi dans l'avenir de la Société.

La séance est levée.





VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Edition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

**Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions**

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



**ANCIENNE MAISON  
S. GECELE**

**D. AVANZO**

Successeur

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

**Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.**

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**  
*pour amateurs et professionnels*

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**



BULLETIN  
DE LA  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES  
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                          | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Les nébuleuses</i> , par A. Boutquin.                                                                                                                                                                 | 35    |
| <i>Les principes physiques de la « relativité restreinte »</i> (suite), par E. Lagrange                                                                                                                  | 49    |
| <i>Appel aux observateurs belges pour l'étude des étoiles variables</i> , par Félix de Roy.                                                                                                              | 53    |
| <i>L'horloge marine de John Harrison</i> , par L. Tsébrikowe, D. S.                                                                                                                                      | 57    |
| <i>Procès verbal (séance mensuelle du 22 octobre 1921).</i>                                                                                                                                              | 60    |
| Id. (séance mensuelle du 19 novembre 1921).                                                                                                                                                              | 64    |
| Id. (réunion annuelle statutaire du 17 décembre 1921).                                                                                                                                                   | 66    |
| <i>Biographie. (Silhouettes d'astronomes contemporains</i> , par A. Collard.)                                                                                                                            | 72    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                    | 76    |
| <i>Notes : Le « Gouffre » à Haïti</i> , par E. L. — <i>Le système d'y Cygni</i> , par F. D. R. — <i>Le cône protecteur de Nipher</i> , par L. V. A. — <i>La vie d'un astronome en Russie</i> , par A. B. | 78    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

W.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUIBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.

La bibliothèque, qui se trouve au Palais Mondial, bâtiments du Cinquantenaire, à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LES NÉBULEUSES

*Débarrassez-vous, avant de juger, de  
toute idée préconçue.*

(DESCARTES, *Discours sur la Méthode.*)

Le mot « nébuleuse » (*nebula*, nuage) évoque, tout d'abord, l'idée d'un amas de matière cosmique amorphe, inconsistante, sans forme, ni contours bien déterminés. Mais, par l'observation et l'étude de ces masses, cette manière de voir simpliste, s'est trouvée modifiée et complétée.

Ce que nous appelons le système solaire — Soleil, Lune, planètes et les autres corps célestes qu'il englobe — ne représente qu'une infime partie de l'Univers. Celui-ci peut, jusque maintenant, être considéré comme incommensurable; toutes les données de ce système s'effacent, ou semblent des points à peine perceptibles en présence de sa majestueuse grandeur.

De nos jours, la question des nébuleuses est devenue l'une des plus complexes de l'Astronomie, ou plutôt de la branche de cette science dénommée l'*Astrophysique*, qui s'occupe de la forme apparente des astres, de leur nature et de leur constitution.

L'Astrophysique comprend la photographie et la spectroscopie astronomiques, qui comptent parmi ses principaux moyens d'investigation.

L'étude des nébuleuses sert de base à la plupart des hypothèses cosmogoniques modernes; il est prématuré de les appeler des théories, car l'objectivité suffisante manque. Elle prête aux spéculations les plus élevées de l'esprit. Je vais essayer d'en présenter succinctement l'historique, d'exposer les découvertes et les travaux les plus récents qui les concernent, ainsi que les conclusions *toutes provisoires* auxquelles on est arrivé. La voie est à peine tracée; chaque pas en avant montre que la science en est encore, en cette matière, à rassembler les éléments, dont les générations futures pourront peut-être déduire quelques grandes lois ou directives générales.

\* \* \*

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                          | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Les nébuleuses</i> , par A. Boutquin.                                                                                                                                                                 | 35    |
| <i>Les principes physiques de la « relativité restreinte »</i> (suite), par E. Lagrange                                                                                                                  | 49    |
| <i>Appel aux observateurs belges pour l'étude des étoiles variables</i> , par Félix de Roy.                                                                                                              | 53    |
| <i>L'horloge marine de John Harrison</i> , par L. Tsébrikowe, D. S.                                                                                                                                      | 57    |
| <i>Procès verbal (séance mensuelle du 22 octobre 1921)</i> .                                                                                                                                             | 60    |
| Id. (séance mensuelle du 19 novembre 1921).                                                                                                                                                              | 64    |
| Id. (réunion annuelle statutaire du 17 décembre 1921).                                                                                                                                                   | 66    |
| <i>Biographie. (Silhouettes d'astronomes contemporains</i> , par A. Collard.)                                                                                                                            | 72    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                    | 76    |
| <i>Notes : Le « Gouffre » à Haïti</i> , par E. L. — <i>Le système d'y Cygni</i> , par F. D. R. — <i>Le cône protecteur de Nipher</i> , par L. V. A. — <i>La vie d'un astronome en Russie</i> , par A. B. | 78    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

W.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUIBFT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire, à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LES NÉBULEUSES

*Débarrassez-vous, avant de juger, de  
toute idée préconçue.*

(DESCARTES, *Discours sur la Méthode*.)

Le mot « nébuleuse » (*nebula*, nuage) évoque, tout d'abord, l'idée d'un amas de matière cosmique amorphe, inconsistante, sans forme, ni contours bien déterminés. Mais, par l'observation et l'étude de ces masses, cette manière de voir simpliste, s'est trouvée modifiée et complétée.

Ce que nous appelons le système solaire — Soleil, Lune, planètes et les autres corps célestes qu'il englobe — ne représente qu'une infime partie de l'Univers. Celui-ci peut, jusque maintenant, être considéré comme incommensurable; toutes les données de ce système s'effacent, ou semblent des points à peine perceptibles en présence de sa majestueuse grandeur.

De nos jours, la question des nébuleuses est devenue l'une des plus complexes de l'Astronomie, ou plutôt de la branche de cette science dénommée l'*Astrophysique*, qui s'occupe de la forme apparente des astres, de leur nature et de leur constitution.

L'Astrophysique comprend la photographie et la spectroscopie astronomiques, qui comptent parmi ses principaux moyens d'investigation.

L'étude des nébuleuses sert de base à la plupart des hypothèses cosmogoniques modernes; il est prématuré de les appeler des théories, car l'objectivité suffisante manque. Elle prête aux spéculations les plus élevées de l'esprit. Je vais essayer d'en présenter succinctement l'historique, d'exposer les découvertes et les travaux les plus récents qui les concernent, ainsi que les conclusions *toutes provisoires* auxquelles on est arrivé. La voie est à peine tracée; chaque pas en avant montre que la science en est encore, en cette matière, à rassembler les éléments, dont les générations futures pourront peut-être déduire quelques grandes lois ou directives générales.

\* \* \*

## PÉRIODE PRÉTÉLESCOPIQUE

*Depuis les origines de l'Astronomie jusqu'au commencement du XVII<sup>e</sup> siècle de notre ère.*

Les Astronomes de l'Antiquité ont surtout observé le firmament pour se rendre compte des positions et des mouvements, ainsi que de leurs variations, au cours du temps, des corps célestes du système solaire, afin de prévoir leur retour, formuler des déductions pratiques applicables aux nécessités de la vie courante et prédire l'avenir. Leur méthode était essentiellement objective, tout au moins pendant les premiers millénaires de la période historique. Ils ont fondé ainsi l'*Astronomie dite de position*. Les résultats surprenants réalisés par eux, avec des moyens médiocres, insuffisants, seront toujours dignes d'admiration.

Une énumération de quelques-uns des instruments dont les Anciens disposaient pour leurs observations — instruments inventés et améliorés par eux au cours des siècles — montrera combien leur outillage scientifique — si l'on ose lui donner ce nom — était primitif. *Mesure du temps* : à défaut d'horloges, le gnomon, le cadran solaire, la clepsydre. *Observation de la position des astres* : règles de visée et, dans certaines contrées, tubes de visée qui ne peuvent être confondus avec les télescopes. *Mesure des angles visuels* : quarts de cercle gradués. — Au moyen de l'astrolabe, cercle gradué avec alidade (règle) mobile, la détermination de la hauteur des astres était possible et l'on en déduisait l'heure, la nuit. Allonger cette liste nous écarterait inutilement de notre sujet. Il n'y a, d'ailleurs, rien de bien essentiel à y ajouter. Elle n'a d'autre but que de permettre au lecteur d'établir un parallèle entre le passé et le présent.

Cet outillage — perfectionné ensuite dans une certaine mesure — est resté en usage jusque vers le XVII<sup>e</sup> siècle. Toutefois, pendant le VIII<sup>e</sup> ou le IX<sup>e</sup> siècle de notre ère, l'emploi d'horloges à roues, actionnées par des poids — dont l'origine exacte est inconnue — et auxquelles on ajouta, plus tard, un balancier (pendule) qu'une roue d'échappement faisait osciller, constitue un sérieux progrès pour la mesure et la garde du temps.

Dans l'Antiquité, les étoiles étaient considérées comme des clous, ou des points brillants fixés dans la voûte qui surplombe la Terre semblable à un plafond solide, ou de lampes qui y seraient suspendues, le



tout, voûte et étoiles, tournant ensemble, d'un seul mouvement, d'où le mot *Univers* (*uni-versum*, tournant d'un seul mouvement) qui lui a été donné.

Pour les principales étoiles, on observait le point de l'horizon, — en certaines contrées tout au moins —, le moment où s'effectuaient leur lever et leur coucher (dans la suite, également le moment du passage au méridien), ainsi que les positions successives qu'elles occupaient au cours de la nuit. Des sphères célestes, ou sphères armillaires, sur lesquelles était indiquée la position respective des étoiles les plus brillantes et des constellations, avaient été construites plusieurs siècles avant notre ère, afin d'en faciliter la connaissance.

L'apparition des comètes jetait les peuples dans la terreur; on y voyait une manifestation de la colère divine ou l'annonce de grands événements. On n'avait aucune idée de leurs mouvements ou de leur composition. Il nous faut arriver aux temps modernes pour trouver des données, ayant une base scientifique, applicables à ces corps.

Quant aux *amas d'étoiles* et aux nébuleuses, leur nombre, visible à l'œil nu, est relativement très peu élevé. Par *amas d'étoiles* (clusters of stars; Sternhaufen), on entend des réunions, des *groupes* de petites étoiles si serrés, si condensés, que *tout un groupe produit sur l'œil une impression unique, comme celle d'un petit nuage lumineux*. Avant l'emploi du télescope, les *amas* étaient confondus parmi les nébuleuses et considérés comme tels.

Dans le premier catalogue d'étoiles connu, celui établi en 127 avant J.-C. par Hipparque, le plus grand astronome de l'Antiquité (II<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) (1), on trouve déjà la mention de deux groupes nébuleux, l'un dans la constellation d'Orion, et l'autre « est à l'extrémité de la main droite de Persée ». Ce dernier est, en réalité, un *amas* gémeux d'étoiles, c'est-à-dire de deux *amas d'étoiles* contigus.

---

(1) Il existait déjà des séries d'observations d'étoiles (celles d'Aristylle et de Timocharis) avant Hipparque. Mais celui-ci les augmenta considérablement et détermina à nouveau la position, les coordonnées — ascension droite et déclinaison — du millier d'étoiles qu'il renseigna à son catalogue. C'est en se livrant à ce travail de détermination des coordonnées d'étoiles, qu'il fit l'une des plus importantes découvertes de l'astronomie, celle du phénomène de la *précession des équinoxes*. Mais il n'en put indiquer la cause. Cette gloire échet à Newton, à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle. Dans son immortel ouvrage : *Les Principes mathématiques de la Philosophie naturelle* (gravitation, attraction), il donne l'explication des causes de la *précession*, des *marées* et d'autres phénomènes astronomiques.

Trois autres nébuleuses sont renseignées dans le catalogue d'étoiles de Ptolémée (II<sup>e</sup> siècle après J.-C.), lequel ne semble être que la reproduction de celui d'Hipparque, compte ayant été tenu, mais inexactement, des changements de position des étoiles, dus à la précession, survenus dans l'intervalle de 274 ans environ, existant entre les deux époques. Elles sont situées dans les constellations suivantes : Cancer, Scorpion, Sagittaire.

Plusieurs centaines d'années se passent ensuite, sans que ce nombre soit augmenté (1).

Au XV<sup>e</sup> et au XVI<sup>e</sup> siècles, des navigateurs découvrent, dans l'hémisphère austral, avant Magellan, *le grand et le petit nuage* (nébuleuses) qui portent cependant son nom. Déjà au X<sup>e</sup> siècle, la grande nuée figurait dans le catalogue d'étoiles de l'astronome persan (école arabe) Ab-al-Rahman-al-Sufi (903-986), catalogue dressé d'après celui attribué à Ptolémée, mais avec plus d'exactitude.

Quant à la constitution des nébuleuses, l'Astronomie ancienne ne s'en est pas occupée; l'état d'avancement des sciences n'était d'ailleurs pas suffisant pour lui permettre d'aborder pareille étude.

---

(1) A partir du V<sup>e</sup> siècle, un bouleversement profond se produit dans l'état politique et social de l'Orient et de l'Occident.

Le Christianisme a remplacé le Paganisme dans une grande partie de l'immense Empire romain effondré et démembré. Les Barbares, venus du nord et de l'est, ont envahi la presque totalité de l'Europe. Tout ce qui constituait la civilisation de l'époque fut anéanti par eux. « Le travail des Grecs et des Romains est comme évanoui. L'humanité recommence son œuvre. Tout est à refaire. »

Un certain nombre d'écoles monacales, semblables à des phares, jettent seules un peu de lumière dans la nuit profonde qui avait envahi toutes les intelligences.

En Orient, par suite de causes diverses attribuables également à l'homme, et non aux phénomènes naturels, les anciennes civilisations avaient aussi sombré après des milliers d'années d'existence. Sur leurs ruines s'établit, vers le VII<sup>e</sup> siècle, l'hégémonie arabe en Perse, en Asie Mineure, dans le nord de l'Afrique, en Europe, dans la péninsule Ibérique et au nord des Pyrénées.

Grâce aux Arabes, les œuvres des Grecs et des Romains y furent sauvées de la destruction. Ils comprirent la valeur de la science et devinrent les éducateurs des peuples de l'Occident. L'Astronomie ne leur doit aucune découverte de toute première importance, mais ils la firent progresser en perfectionnant les méthodes de leurs prédécesseurs, en protégeant et stimulant les études et les recherches, en créant des observatoires munis des meilleurs et des plus puissants instruments connus alors.

Dès le X<sup>e</sup> siècle, on se rendait des divers pays de l'Europe aux savantes Universités arabes de l'Espagne.

\* \* \*

## PÉRIODE TÉLESCOPIQUE

### 1. *Première époque. — Du commencement du XVII<sup>e</sup> siècle jusqu'à vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle.*

Deux événements importants, qui eurent une influence considérable sur les progrès de l'Astronomie, marquent le commencement du XVII<sup>e</sup> siècle : l'invention du télescope et celle du moyen d'assurer la continuité de la marche des horloges.

Sans suivre l'ordre chronologique, nous parlerons d'abord de la seconde. Les horloges à balancier, telles qu'elles existaient à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, avaient un grand défaut : l'amplitude des oscillations du pendule (balancier) diminuait assez vite, rien ne venant compenser la perte d'énergie à chaque déplacement du balancier, et une impulsion nouvelle devait être donnée fréquemment à ce dernier, pour éviter l'arrêt complet de l'horloge.

Le physicien hollandais Huyghens (1625-1695), après plusieurs tentatives infructueuses d'autres chercheurs, réussit à assurer la continuité de la marche des horloges en 1656, en se servant de l'échappement même pour entretenir le mouvement.

C'est l'application de ce principe qui a rendu l'horloge réellement pratique. Depuis lors, par des perfectionnements successifs réalisés plus tard, on parvint à construire des horloges de petite dimension, nos montres avec ressort spiral, et les chronomètres de haute précision dont on se sert en Astronomie.

*L'emploi des horloges ou montres à marche très régulière (chronomètres), pour la détermination et la garde de l'heure, à des fractions de seconde près, et celui des télescopes pour scruter le Ciel avec plus d'efficacité et d'exactitude qu'à la simple vue, ont donné une impulsion nouvelle à l'Astronomie et ont permis d'obtenir des résultats insoupçonnés avant le XVII<sup>e</sup> siècle.*

Nous ne nous attarderons pas aux détails de l'invention du télescope, faite à Middelbourg (Hollande), au commencement du XVII<sup>e</sup> siècle. Disons simplement que les premières lunettes, ou télescopes, étaient présentées dans cette ville dès 1608. Ce fut, notamment, par les relations établies par les grandes foires commerciales qui se tenaient à divers moments de l'année dans d'assez nombreuses

viles importantes de l'Europe, et où ces lunettes furent exposées en vente, que la nouvelle de l'invention se répandit avec une rapidité étonnante, à une époque où les moyens de communication étaient plutôt lents et difficiles. Les petites feuilles locales (gazettes) imprimées déjà alors et qui commençaient à se répandre dans les Pays-Bas, y contribuèrent probablement aussi.

Mais ces télescopes étaient de médiocre qualité, et des Astronomes, tels que Simon Marius (Simon Mayer) (1570-1624) et Galilée (1564-1642), construisirent eux-mêmes une lunette pour leur usage. Disons immédiatement que les instruments de l'espèce dont on a disposé au XVII<sup>e</sup> siècle, n'étaient pas comparables aux puissantes lunettes dont nos grands Observatoires — notamment ceux des Etats-Unis d'Amérique — disposent maintenant.

Avec l'emploi du télescope commence l'*Astronomie physique*. Il révéla des splendeurs et des phénomènes du firmament inconnus jusqu'alors : augmentation très considérable du nombre d'étoiles ; aspect et mouvements des corps du système solaire ; découverte de la rotation et des taches du Soleil ; accidents du sol lunaire ; phases et satellites de certaines planètes ; découverte d'étoiles multiples et de nébuleuses.

Nous nous occuperons uniquement des nébuleuses. Le 15 décembre 1612, Simon Marius (Simon Mayer), le même qui découvrit les quatre premiers satellites de Jupiter (1), dont trois furent vus vers la même date par Galilée, signale la nébuleuse de la constellation d'Andromède. Elle lui apparaît comme « la flamme d'une chandelle, » qu'on verrait dans la nuit à travers de la corne transparente. » A vrai dire, cette nébuleuse n'était pas nouvelle, car elle est mentionnée dans le catalogue d'étoiles de l'Astronome persan Al-Sufi, au X<sup>e</sup> siècle, cité plus haut, mais dont Marius ignorait probablement l'existence.

---

(1) Chose étrange : le cinquième satellite de Jupiter ne fut identifié, par des observations visuelles, qu'en septembre 1892, soit 380 ans après la première découverte, au réfracteur de 36 pouces (914 millim.) de l'Observatoire Lick, en Californie, dont nous parlerons plus loin. Quatre autres satellites de Jupiter ont encore été trouvés depuis 1892. Les télescopes de Marini et de Galilée étaient des nains comparativement aux instruments géants utilisés en Amérique. Ils ne grossissaient qu'une dizaine et au maximum une trentaine de fois. La puissance de grossissement du grand télescope réflecteur de l'Observatoire de Lick (36 1/4 pouces) est de 270 à 3 000 fois, selon l'oculaire employé. Le choix des oculaires — donc de la puissance de grossissement — dépend de l'objet à observer et de l'état de l'atmosphère.

On la distingue à l'œil nu, dans nos régions, presque toute l'année, quand le Ciel est clair.

Quelques nébuleuses nouvelles sont encore signalées par divers astronomes, entre autres par Hodierna (1597-1660), Hevelius (1611-1687), Halley (1656-1742). Un catalogue de Hevelius, publié en 1687, n'en renseigne que 16, et vers le milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, on n'en connaissait que 22.

L'expédition scientifique de l'Astronome français Lacaille (1713-1762), dans l'hémisphère austral, fournit une riche moisson de découvertes, dont celle de quarante-deux nébuleuses nouvelles (ou d'amas d'étoiles), parmi lesquelles il y en a dont le centre est constitué par une étoile, entourée d'une lueur blanchâtre; on les a appelées *étoiles nébuleuses*.

Ses confrères Messier (1730-1817) et Méchain (1744-1804) qui observèrent le Ciel sans quitter l'Europe, trouvèrent également une centaine de ces corps qui furent signalés sommairement dans un catalogue spécial portant le nom de Messier. Celui-ci s'occupait surtout de l'étude des comètes qui, à plus d'un point de vue, s'apparentent aux nébuleuses, ainsi que l'ont établi les recherches de ces derniers temps.

Diverses opinions avaient été émises, aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, au sujet de la nature et de la constitution des nébuleuses. Tycho-Brahé (1546-1601), Kepler (1571-1630), Halley (1656-1742) et d'autres astronomes encore, étaient d'avis qu'elles étaient formées d'une matière absolument différente de celle des étoiles, et il n'était pas du tout question de les considérer comme des amas d'étoiles extrêmement éloignés. Halley publia, en 1714, un mémoire dont nous traduisons ci-après quelques passages : « Mais non moins curieux sont » les taches ou morceaux lumineux qui ne peuvent être aperçus » qu'à l'aide du télescope et apparaissent, à l'œil nu, comme de » petites étoiles fixes, mais ne sont autre chose, en réalité, que la » lumière venant d'un espace de l'éther extraordinairement grand, au » centre duquel un milieu (medium) éclatant est diffusé et brille de » son propre lustre. Ceci semble concilier les objections présentées » par certains contre la description, donnée par Moïse, de la création, » et qui prétendent que la lumière n'a pu exister avant le Soleil. » Mais, dans le cas des nébuleuses, le contraire est cependant manifeste, car plusieurs de ces espaces lumineux ne décèlent, au milieu

» d'eux, aucun signe de l'existence d'une étoile, et la forme irrégulière de ceux qui en ont (une ou des étoiles) montre que leur luminosité ne provient pas d'un corps central... Il existe probablement un grand nombre de ces corps qui nous sont inconnus... comme ces corps n'ont pas de parallaxe (1), ils occupent certainement des espaces immensément grands, et peut-être non moins étendus que tout notre système solaire. Dans ces vastes espaces, il semblerait exister un jour ininterrompu, perpétuel, ce qui prête à toutes les spéculations (2). »

Le géomètre et astronome français Maupertuis (1698-1759) attire aussi l'attention sur les nébuleuses, mais sans apporter d'éléments nouveaux dans le débat : les nébuleuses ont été considérées jusque maintenant (1732) comme des masses ou groupes de petites étoiles, mais à l'aide de meilleurs télescopes, les astronomes ont vu qu'elles forment de grands espaces éclairés, de forme ovale, et possèdent une lumière plus brillante que le reste du Ciel. Il présente aussi un résumé du mémoire de Halley (3).

Les vues émises par Lacaille, vers 1755, sont plus intéressantes. Il s'occupa de la composition physique de ces corps, y compris les Nuées de Magellan et de la Voie lactée. Il ne croyait pas que celle-ci dût *uniquement* sa luminosité blanchâtre, laiteuse, à une multitude innombrable d'étoiles serrées les unes contre les autres, dont elle serait *entièrement* composée, comme l'avait écrit Galilée, lorsque

---

(1) Les moyens et les méthodes d'observation dont on disposait au commencement du XVIII<sup>e</sup> siècle ne permettaient pas de déterminer la parallaxe des nébuleuses alors connues. Nous verrons, dans la suite, que cette détermination a été réalisée, de nos jours, pour un certain nombre de ces corps.

(2) *Philosophical Transactions*, vol. XXIX (1714), p. 389 : « An account of several Nebulae or Lucid Spots like Clouds, lately discovered among the Fixt Stars by help of the Telescope. » (Note au sujet de plusieurs nébuleuses ou taches brillantes comme des nuages, découvertes dernièrement parmi les étoiles fixes, au moyen du télescope.)

(3) MAUPERTUIS, *Discours sur la figure des astres* (1732), chap. VI.

Il y a, dans cet énoncé, en ce qui concerne les masses de petites étoiles, une contradiction avec ce qui précède. Elle provient de ce que, à l'œil nu, des nébuleuses ont d'abord été confondues avec les groupes d'étoiles. Quand on commença à se servir du télescope, elles se sont présentées comme le dit Halley, parce que ces instruments n'avaient pas alors une puissance suffisante pour « résoudre » les nébuleuses et faire la différenciation entre les véritables et les essaims d'étoiles. Nous verrons plus loin combien le mode d'observation et la puissance de la lunette employée modifient l'aspect sous lequel l'astre se présente à l'observateur.

celui-ci avait pu l'examiner au moyen du télescope. Par une espèce de prescience scientifique, Lacaille, en avance sur les savants de son temps, estimait que l'éclairement de la Voie lactée provenait, en partie tout au moins, de la présence d'une matière vaporeuse, éthérée, lumineuse par elle-même — dont il ne définissait pas la nature, ni la composition — matière se retrouvant dans les nébuleuses disséminées dans la Voie lactée ou dans d'autres régions du firmament.

\* \* \*

Nous sommes arrivés à un tournant de l'histoire des nébuleuses.

La philosophie *moderne*, fondée par Descartes au XVII<sup>e</sup> siècle, va se servir de l'Astronomie pour tirer de l'existence de ces corps, si peu connus jusqu'alors, des déductions applicables à la cosmogonie (origine du monde). Par ses développements successifs, elle a amené le plein épanouissement des sciences, tel que nous le connaissons aujourd'hui. Mais cette nouvelle orientation des idées, conséquence d'événements survenus au cours des XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles, d'une portée incalculable pour la vie intellectuelle, économique et sociale des peuples de l'Europe, ne fit sentir son influence que lentement, après de longues et ardentes luttes contre les traditions anciennes (1).

Dans sa magistrale introduction à la *Bibliographie générale de l'Astronomie*, Houzeau, ce savant belge à la pensée si libre et si indépendante, plus grand encore par la noblesse de son caractère que par le savoir, écrit : « La science marche de pair, dans son avancement, » avec la société. C'est là un phénomène général, si simple et si évident, qu'il nous apparaît en quelque sorte nécessaire. Cette harmonie se retrouve partout ; et ce qui est digne de remarque, ce n'est pas tant la concordance des deux développements que l'espèce de fatalité avec laquelle celui de la société détermine celui de la science. Partout, au même degré social, la connaissance des astres est arrivée au même point d'avancement, sans y manquer nulle part (2). »

---

(1) Peut-être nous fera-t-on le reproche de sortir du cadre de notre article.

Mais n'est-ce pas faciliter la compréhension des faits, et permettre de mieux en apprécier le poids et la valeur, que d'esquisser tout au moins leur genèse ? Tant d'erreurs ou d'appréciations injustifiées sont d'ailleurs répandues en cette matière, qu'il ne sera pas inopportun d'en rectifier quelques-unes, chemin faisant.

(2) HOUZEAU et LANCASTER, *Bibliographie générale de l'Astronomie*, p. 363 de l'Introduction. Bruxelles, 1887. — L'Introduction est écrite entièrement par Houzeau, sans collaboration.

L'invention de l'imprimerie au XV<sup>e</sup> siècle avait donné une impulsion, inconnue jusqu'alors, à la diffusion de la pensée humaine; l'esprit d'examen et de critique s'était éveillé par la renaissance des lettres, mais la majorité restait attachée à la philosophie dont les livres d'Aristote étaient le principal fondement. En Astronomie, on ne connaissait que le système de Ptolémée. D'autre part, les troubles de l'Europe centrale et septentrionale, pendant le XVI<sup>e</sup> siècle, avaient été peu favorables aux recherches astronomiques, qui exigent le calme et la tranquillité. La situation politique précaire des pays, les controverses, les disputes, les guerres provoquées par la naissance et le développement de la Réforme, avaient détourné l'attention des travaux intellectuels. Dans sa correspondance confidentielle, Melancthon (1497-1560) — le fervent et conciliant disciple de Luther (1483-1546), qui portait le plus d'intérêt à la science —, dit que le temps dans lequel il vit est « devenu un âge de fer, que les sciences sont négligées et méprisées ». Les écoles, les Universités sont désertées. En 1522, l'Université de Bâle ne comptait plus que 22 étudiants, et en 1526, ce nombre était réduit à 5; celle de Heidelberg avait, en 1525, plus de professeurs que d'élèves. A la fin du XV<sup>e</sup> siècle, l'Université de Vienne était fréquentée par environ 7,000 étudiants; au cours du XVI<sup>e</sup> siècle, ce nombre tomba à 20, et certaines facultés durent être fermées faute d'élèves. Il en était de même dans les autres grandes écoles de l'Allemagne et de la Suisse.

C'est dans ces temps troublés que Copernic (1473-1543) fit imprimer son immortel ouvrage : *Les Révolutions des corps célestes*, qui combattait les doctrines de Ptolémée, en proclamant, d'accord avec les vues de l'Ecole pythagoricienne dont il s'était inspiré, la rotation de la Terre et sa révolution autour du Soleil. L'impression du livre fut terminée en 1543; Copernic reçut le premier exemplaire de son ouvrage quelques jours avant sa mort. Une seconde édition parut en 1556, une troisième en 1617 et une quatrième en 1640.

Le changement de système, tel qu'il est présenté par Copernic, n'a cependant pas fait avancer beaucoup l'Astronomie pratique. Les preuves démonstratives expérimentales lui font, en général, défaut; il a dû conserver une partie des excentriques, des épicycles et des déférents du système de Ptolémée; les mouvements des corps célestes (soumis à l'action du Soleil) sont toujours considérés comme étant circulaires, ce qui est erroné; il attribue à la Terre un troisième



mouvement qui n'existe pas (outre la rotation sur l'axe et la révolution autour du Soleil dont il ne se rend pas exactement compte), afin de pouvoir justifier certains phénomènes du mouvement diurne et des saisons. L'explication donnée de la manière dont s'opère la rotation diurne, a aussi dû être modifiée dans la suite. Enfin, il laisse croire que les étoiles ne brillent pas de leur propre lumière, mais sont éclairées par le Soleil. Quant à l'état physique des corps célestes, il n'en est pas encore question.

Aussi l'œuvre du grand Astronome polonais doit être jugée surtout au point de vue de sa conception générale, et non d'après les détails. Elle classe Copernic parmi les fondateurs de l'Astronomie moderne. En dehors de cette science, elle exerça une influence énorme dans le domaine de la philosophie. L'horizon de l'homme s'est agrandi ; la Terre n'est plus le centre de l'Univers, auquel tout était subordonné jadis ; il vogue dans l'infini, le vieux moule rigide de l'antiquité est brisé.

Le livre de Copernic se répandit lentement. Il put circuler pendant environ soixante-dix ans sans exciter trop de méfiance, ou encourir les censures de l'Eglise ; mais, en réalité, au début il était seulement entre les mains d'un certain nombre de lettrés qui partageaient la manière de voir de l'auteur. Les premiers protecteurs ou zélateurs des théories coperniciennes étaient d'ailleurs de hauts dignitaires ou des savants catholiques. On connaît le jugement de la Congrégation de l'Index, du 5 mars 1616, qui condamna l'ouvrage et y fit apporter de sérieuses modifications, et l'abjuration imposée à Galilée en 1633.

Mais quelle erreur ce serait de croire que Rome était seule à persécuter la pensée. La Réforme, qui voulait s'en tenir aux textes de la Bible ou des Ecritures, était aussi hostile à la propagation des doctrines coperniciennes que l'Eglise catholique. Melancthon, l'apôtre de paix et de charité du protestantisme, estimait « qu'il fallait » pousser l'autorité à étouffer, par tous les moyens dont elle dispose, « une doctrine si pernicieuse et si contraire à la religion ».

Citons encore, à ce propos, HOUZEAU : « *Idées traditionnelles et idées nouvelles* » :

« En aucun temps, dans l'histoire d'une science, la lutte entre les conceptions traditionnelles et les théories qui s'élèvent n'est plus vive qu'au moment où cette science entre dans l'époque inductive. Tant qu'il s'agit de systèmes bizarres et gratuits, ces systèmes glissent pour ainsi dire sans prendre racine et ne sont pas

regardés sérieusement. Les spirales d'Alpétrage (1) et les sphères réfractives de Fracastor (1) n'ont pas soulevé de colère ni d'émotion. Le mouvement de la Terre lui-même n'a pas porté ombrage aussi longtemps qu'on a pu le regarder comme un simple jeu d'esprit. Mais à l'instant où il s'est appuyé sur des considérations sérieuses, puis sur de premiers faits, c'est-à-dire à l'instant où la pensée s'est vue contrainte de rompre avec une habitude séculaire pour accepter une forme différente, l'inertie s'est révélée dans toute sa force de résistance et d'obstruction.

» Il serait facile de montrer que c'est dans des circonstances analogues, au moment où les grandes inductions s'affirment, que les différentes sciences éprouvent cette opposition, provenant selon toute apparence d'une difficulté d'adaptation de la pensée. On a fait un reproche à l'Eglise romaine de son traitement de Copernic et de Galilée. Mais dans tous les temps et dans tous les lieux les idées nouvelles ont toujours été assaillies; et l'Eglise de Rome n'a pas eu, même dans cette circonstance, le privilège exclusif de la persécution de la pensée. Si elle a qualifié la conception de Copernic de *falsa illa doctrina pythagorica, divinae Scripturae omnino adversans* (2), Luther a encore moins ménagé le grand astronome de Thorn. « Le » monde prête l'oreille, s'écrie-t-il, lorsqu'un astrologue s'élève qui prétend montrer » que la Terre tourne, et que ce ne sont pas les cieux ou firmament, ni le Soleil, ni la » Lune. Celui qui veut paraître habile, continue-t-il, se met à créer un nouveau système, naturellement toujours meilleur que les autres. Le fou prétend renverser » toute la science astronomique; mais la Sainte Ecriture nous dit que c'est au Soleil » et non à la Terre que Josué a commandé de s'arrêter (3). »

Plus tard, Kepler (1571-1630) fut attaqué et poursuivi avec la dernière violence par les théologiens de la Réforme, parce qu'il défendait ouvertement les doctrines coperniciennes et qu'il s'était déclaré partisan de l'usage du calendrier grégorien. Ce dernier, quoiqu'il constituât un progrès, fut combattu en Allemagne et en Angleterre par les protestants, parce qu'il avait été proposé sous les auspices du pape Grégoire XIII. Il ne fut admis dans le premier de ces pays qu'en 1774 et dans le second en 1752.

Kepler était encore en butte aux persécutions de ses adversaires pour une autre raison. En 1609, il publie sa *Nouvelle Astronomie*, dans laquelle il annonce son intention de rénover la science astronomique ancienne. Après des années de recherches et d'études tenaces, poursuivies dans les conditions matérielles les plus difficiles, il parvient à

---

(1) L'Arabe Alpétrage s'était proposé au XII<sup>e</sup> siècle de remplacer les épicycles du système de Ptolémée par des spirales.

L'Italien Fracastor avait encore étendu le système de Ptolémée en faisant circuler les planètes dans soixante-dix sphères de cristal.

(2) Traduction : « Cette fausse doctrine de Pythagore absolument en opposition avec la divine Ecriture. » (Termes de la condamnation de l'ouvrage de Copernic par la *Congregazione dell' Indice*, du 5 mars 1616.)

(3) HOUZEAU et LANCASTER, *Bibliographie de l'Astronomie*, p. 245-246 (ouvr. cité).

formuler les deux premières lois du mouvement des planètes, démontrant que leur trajectoire autour du Soleil, en d'autres termes, leur orbite, n'est pas de forme *circulaire*, mais *elliptique*. C'était une effrayante négation de toute la science antique, le mouvement circulaire — image de la perfection aux yeux des Anciens — pouvant seul, d'après elle, représenter la marche des astres. Dans son livre : *Les Harmonies du Monde*, il fait connaître en 1619 la troisième loi qui complète les deux premières, mettant ainsi le sceau à son œuvre géniale. Ces trois lois forment l'une des bases de la mécanique céleste moderne. Elles placent Kepler parmi les géants de la science astronomique, son nom brille dans l'immortalité.

Notons ici une remarque de l'Astronome français FAYE, qui corrobore les appréciations de Houzeau reproduites plus avant :

« ... il a fallu des coups terribles pour ébranler le colosse antique; les efforts des plus grands esprits du siècle suivant ont suffi tout juste pour le renverser. Mais il ne faudrait pas attribuer à l'esprit humain seul l'initiative et le succès de cette lutte. Ce n'est pas lui qui a porté les premiers coups. Il y a fallu, comme toujours, la pression des événements. C'est ainsi que les hommes n'ont renoncé à leur première conception du monde que sous l'influence des grandes migrations; à la seconde, sous l'influence de la navigation hors de la Méditerranée. Pour ébranler la troisième et décider Copernic à renoncer aux doctrines d'Aristote et de Ptolémée, il a fallu la découverte du Nouveau Monde (1). »

En effet, des événements, d'une portée économique et sociale immense, s'étaient produits pendant les XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles. La route terrestre vers les Indes — la seule connue alors — avait été barrée aux nations de l'Occident par l'Islamisme qui s'en était rendu maître. Il fallut trouver d'autres moyens de communication vers l'Orient et l'Extrême-Orient, pour éviter la ruine. De là, le voyage de Christophe Colomb en 1492 qui, cherchant la voie maritime vers les Indes, crut y débarquer lorsqu'il prit terre sur l'une des îles Bahamas (Amérique centrale). C'est encore le voyage de Vasco de Gama qui, doublant le cap de Bonne-Espérance, par l'océan Atlantique, en 1497, découvrit la véritable route directe maritime vers les Indes (avant le percement de l'isthme de Suez); puis c'est le voyage de circumnavigation autour du monde, le premier de l'espèce, de Magellan et de ses lieutenants, de 1519 à 1522.

Qu'on rapproche les dates : Copernic avait vingt ans lors de la

---

(1) H. FAYE, *Sur l'origine du monde*. Paris, 1896, p. 97-98.

découverte de l'Amérique, et il avait habité Rome et l'Italie pendant des années avant de s'établir définitivement à Thorn ; il en avait environ cinquante lors des voyages de Gama et de Magellan ; l'impression de son livre est terminée lorsqu'il a soixante-dix ans.

Toutes les idées que l'on se faisait de l'étendue de la Terre, d'après les travaux de l'Antiquité, étaient ébranlées ou renversées par ces découvertes. C'était une brèche colossale dans l'imposant édifice de la science grecque.

Après Copernic, les découvertes astronomiques des Fabricius, taches et rotations du Soleil (1), considérées jusqu'alors comme d'essence incorruptible et fixe ; l'œuvre glorieuse de Kepler faisant connaître l'ellipticité des orbites planétaires, considérées jusqu'alors

---

(1) L'honneur de la découverte des taches et de la rotation du Soleil revient à Jean Fabricius, aidé par son père David, en Ost-Frise, faite au moyen d'un télescope, le 9 mars 1611, et non pas à Galilée, ni au père Scheiner d'Ingolstadt. Jean Fabricius fit connaître sa découverte sensationnelle dans un livre intitulé : *De Maculis in Sole, Observatis...* (Taches sur le Soleil, observées...), lequel figure déjà dans le catalogue de la foire automnale de Francfort s/M, en 1611. A cette époque, ces catalogues étaient régulièrement consultés par les savants, afin de s'enquérir des nouvelles scientifiques. C'est ainsi que Kepler eut connaissance de la découverte des Fabricius, et il est probable qu'il ne fut pas le seul à qui la nouvelle en parvint. Il est acquis que Galilée, toujours à l'affût des découvertes, faisait acheter, aux foires de Francfort les livres qui annonçaient quelque découverte d'ordre scientifique.

En 1612, Galilée et le père Scheiner, d'Ingolstadt, qui s'occupait beaucoup d'astronomie et a laissé des ouvrages estimés en son temps, eurent une vive et peu édifiante polémique au sujet de la découverte des taches solaires, dont ils s'attribuaient tous deux le mérite. L'un et l'autre savaient, cependant, que c'était aux Fabricius qu'en revenait tout l'honneur, mais ceux-ci étaient considérés comme hérétiques et, dès lors, on n'avait pas scrupule de les dépouiller. Scheiner fit une étude serrée, approfondie de ces taches, et en donne une explication scientifique plus sérieuse que Galilée, bien que celui-ci lui fût incontestablement supérieur. (Voy. GERHARD BERTHOLD, *Der Magister Johann Fabricius und die Sonnenflecke*, Leipzig, 1894.)

Galilée et le père Scheiner furent tous deux encore à l'œuvre contre Simon Marius (Simon Mayer) à propos de la découverte des premiers satellites de Jupiter, envers qui leur conduite ne fut pas moins blâmable. Galilée en découvrit trois en Italie, le 7 janvier, et Simon Marius, quatre en Allemagne, le 8 janvier 1610. La télégraphie ou la radiotélégraphie n'existaient certes pas alors, et l'on ne pouvait accuser le second d'avoir eu connaissance, le 8 janvier, d'une découverte faite la veille en Italie. (Voy. *Galilée et Marius*, par J.-C. Oudemans, astronome à Utrecht, et J. BOSSCHE, physicien à Harlem, secrétaire de la Société néerlandaise des Sciences. — *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, Harlem. Série II, t. VIII, deuxième livraison, 1903.)

comme circulaires ; les travaux de Galilée et d'autres encore fournirent de nouveaux éléments et des apports, à l'insu même de leurs auteurs, pour semer et augmenter le doute qui s'infiltrait ainsi dans l'esprit, œuvrant comme le filet d'eau qui, goutte à goutte, creuse le roc.

Mais la forte empreinte imprimée par l'enseignement d'Aristote et de ses disciples se maintenait tenace, même chez ceux qui avaient contribué, directement ou indirectement, à l'éclosion des conceptions modernes. Copernic, Tycho-Brahé, Kepler, Galilée, continuent, à des degrés divers, à subir cette influence et leurs écrits, ou les idées qu'ils défendent, s'en ressentent.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

## LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA « RELATIVITÉ RESTREINTE ».

(Suite.)

### III

Mais tous les objets de nos études ne sont pas en repos par rapport à nous ; il en est dont les distances à nous-mêmes et à leurs voisins varient ; ce seront, par exemple, une pierre qui tombe librement du faite d'un monument, une flèche lancée par l'arc, le projectile d'une bouche à feu, etc.

Ces phénomènes nouveaux qui sollicitent nos recherches sont proprement du domaine de la *Mécanique* ; avec eux s'introduit l'idée nécessaire du temps.

Pour fixer dans l'espace les positions successives d'un point matériel, pierre, flèche ou projectile et déterminer ainsi ce que l'on nomme sa trajectoire, il faut, à des *moments* donnés du *temps*, mesurer les coordonnées qui définissent ces positions dans un système de trois plans fixes. A cet effet des repères sont disposés le long de la trajectoire et des observateurs placés près de chacun d'eux notent sur leurs *chronomètres* l'instant du passage du corps en mouvement. Ces heures successives ainsi connues, l'on mesure, à l'aide de règles unites, comme nous l'avons vu précédemment, les coordonnées des points de passage. La trajectoire se détermine ainsi aisément et l'on en déduit

les *vitesse*s et les *accélération*s du mobile à chaque instant du mouvement.

Les mouvements que l'on a pu étudier par ces procédés sont très variés et pour les expliquer on a fait intervenir des causes extérieures que l'on appelle *forces*; ce n'est que lorsque le mouvement est *rectiligne* et *uniforme* que l'on admet qu'aucune *force* peut n'être en jeu; on donne à cette hypothèse le nom de : *principe de l'inertie*. Il s'ensuit qu'il y a *force* chaque fois que l'on observe une *accélération*.

Mais, me direz-vous, pour résoudre le problème de la détermination de la trajectoire d'un mobile, par le procédé que nous venons de l'indiquer, il faut que les différents *chronomètres* identiques dont se servent nos observateurs soient *d'accord* entre eux. Qu'entend-on par là ?

Voici la convention qui a été faite et où apparaît pour la première fois l'importance du rôle joué par la lumière et sa vitesse de propagation dans la détermination scientifique des phénomènes soumis à notre étude.

Supposons un système O et dans ce système aux points A, B, C, D, E, etc., des observateurs munis de chronomètres identiques; la seconde, je le suppose, représente le temps nécessaire à la lumière pour parcourir, dans une direction quelconque, la distance de 300 000 kilomètres. Les distances de B, C, D, E à A sont  $d_1, d_2, d_3$ , etc., et C est la vitesse de la lumière.

Les observateurs en B, C, D, E, etc., *regardent* le chronomètre de A. Au moment où ils voient l'aiguille de A passer au zéro, ils placent instantanément les aiguilles de leurs chronomètres respectifs sur

$$\left(0 + \frac{d_1}{c}\right) \text{ sec.}, \left(0 + \frac{d_2}{c}\right) \text{ sec.}, \left(0 + \frac{d_3}{c}\right) \text{ sec.}, \text{ etc.}$$

Les chronomètres sont dits alors réglés entre eux ou d'accord. Ils donneront tous la même indication, au moment où un phénomène physique quelconque se produira en un point du système O.

Cette convention nous permettra aussi de définir pour tout observateur de O la simultanéité de deux événements P et Q.

Deux événements se passant en P et Q seront simultanés pour B si l'on a :

$$t_P - \frac{d_P}{c} = t_Q - \frac{d_Q}{c}$$

$t_P$  et  $t_Q$  étant les temps lus au chronomètre de B quand il perçoit par l'intermédiaire de la lumière les événements P et Q;  $d_P$  et  $d_Q$  sont ses distances aux deux événements. Pour un autre observateur C quelconque les mêmes événements seront évidemment aussi simultanés, dans le sens que nous venons de définir.

La mesure du temps étant assurée de cette manière pour un observateur quelconque dans le système O, il est facile d'y étudier les lois des phénomènes mécaniques ou les relations entre les mesures d'espace et les mesures de temps relatives à un mobile observé.

On a ainsi reconnu qu'une force constante produit un mouvement uniformément accéléré — la chute des corps suivant la verticale est le type de ce genre de mouvement — que la main lançant une balle obliquement vers le ciel lui fait décrire une parabole — que le son dans l'air immobile se propage avec une vitesse de 333 m/s à la température de zéro degré et à la pression de 760 mm., etc., etc...

#### IV

L'observateur, étendant le champ de ses investigations dans le domaine mécanique, s'est trouvé ensuite en présence de problèmes nouveaux qui ont, en excitant vivement sa curiosité scientifique, augmenté le domaine de son savoir.

Le premier de ces problèmes est celui qu'amène l'étude du mouvement relatif, rectiligne et uniforme, de deux systèmes ou ensembles de points matériels.

Donnons-en la représentation classique : l'observateur est sur le rivage qui ne forme qu'un avec lui; tous deux constituent le système O.

Un navire descend le fleuve voisin et dans son ensemble le système des points matériels qui le constituent possède par rapport au système O et à son observateur un mouvement rectiligne et uniforme; parmi ces points matériels quelques-uns sont en mouvement par rapport à leurs voisins. Ce sont ceux-là qui intéressent surtout l'observateur du rivage.

Il voit, sur notre navire, les hommes circuler sur le pont, monter aux mâts, se livrer à toutes les occupations du métier. Mais, chose bizarre, le matelot qui se dirige vers l'avant, paraît toujours courir; celui qui remonte vers l'arrière, semble retardé dans sa marche; l'un d'entre eux grimpe-t-il aux agrès et laisse-t-il tomber quelque objet, celui-ci sur le fond du paysage semble décrire une parabole.

Que se passe-t-il et comment décider entre l'apparence et la réalité?

Il n'est qu'un parti décisif à prendre, s'embarquer sur le navire. Notre observateur le fait et devient ainsi citoyen du système O'.

A sa grande surprise, une fois à bord, il constate que tout s'y passe comme à terre. Tous les phénomènes physiques et mécaniques qu'il connaît pour les avoir étudiés sur la rive, se répètent ici d'une manière identique. L'objet échappé aux mains du marin qui a gagné la hune, tombe en longeant le mât et prend pendant sa chute des vitesses qui croissent avec le temps; les espaces parcourus sont toujours proportionnels aux carrés des temps que mesure le même chronomètre utilisé sur la rive.

S'il prend l'envie à l'observateur de faire sur le pont une partie de balle avec un collègue, il s'y trouve aussi à l'aise que sur la place de son village; s'il passe au salon du navire pour y jouer une partie de billard, il la gagne aussi aisément qu'à son café favori, sans plus de peine ni d'efforts.

S'il a été professeur de physique, il peut, tout aussi bien, refaire à bord mille expériences précises, y compris la loi de Mariotte avec tous les raffinements qu'y a apportés Regnault. S'il s'enferme dans le grand salon avec ses instruments, il peut, enfin, mesurer la vitesse du son, comme il l'a fait sur la rive. Dans le sens du mouvement du navire ou, en sens inverse, elle est toujours la même et égale à celle déterminée dans le système O, dans l'air immobile.

Notre observateur est donc fort satisfait de son voyage qui lui montre que le mouvement rectiligne et uniforme entraînant son navire n'a modifié en rien les forces qui, sur terre, réglaient les mouvements des mobiles. Mais aussi, il est obligé de reconnaître que rien de ce qu'il observe à bord ne lui permet d'affirmer son propre mouvement.

Il peut donc se croire immobile et cette croyance s'affirme lorsqu'il monte sur le pont. Il regarde la rive; les habitations, les arbres s'enfuient vers la proue; les êtres humains qui s'y déplacent semblent dans une direction affectés d'une vitesse anormale, en sens inverse ils s'attardent en chemin; la pierre qui tombe d'un édifice décrit aussi pour ses yeux une parabole. Il voit maintenant les phénomènes se dérouler sur la rive sous les mêmes apparences bizarres qui l'avaient surpris précédemment quand il les observait sur le navire en marche.

Il doit reconnaître ainsi que les deux systèmes O et O' ne sont qu'en *mouvement relatif* l'un par rapport à l'autre et il peut énoncer avec



Newton le *Principe de la relativité mécanique* : « Tous les processus  
» mécaniques et physiques observés dans des systèmes en mouvement  
» relatif (rectiligne et uniforme) par les observateurs de systèmes  
» obéissent aux mêmes lois. »

(A suivre.)

E. LAGRANGE.

---

## APPEL AUX OBSERVATEURS BELGES POUR L'ÉTUDE DES ÉTOILES VARIABLES

A la suggestion de M. J. Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon et président de l'Association française d'Observateurs d'Étoiles variables, la Société Belge d'Astronomie s'est engagée à tenter d'éveiller parmi les astronomes amateurs de Belgique le goût des observations des étoiles variables, les plus utiles au point de vue scientifique qu'ils puissent entreprendre avec de faibles instruments — et de centraliser, le cas échéant, les observations qu'ils auraient faites, pour les transmettre à la Société établie à Lyon.

Celle-ci se servant de la langue française dans toutes ses communications, il a été jugé commode de s'entendre avec elle dans ce but, préférablement à des organismes similaires de plus ancienne date dont les documents sont rédigés en d'autres langues. Ceci, en attendant que le nombre des observateurs d'étoiles variables en Belgique justifie l'organisation, sous les auspices de la Société Belge d'Astronomie, d'une section d'observation ou même d'une association autonome.

Nous avons à peine besoin d'ajouter que si des membres *étrangers* de notre Société désireraient collaborer à cette organisation, dont les résultats éventuels seront mentionnés de temps à autre dans *Ciel et Terre*, nous enregistrerions leur adhésion avec le plus grand plaisir.

Notre collègue, M. Félix de Roy, qui représente la Belgique au sein de la Commission des Étoiles variables de l'Union Astronomique Internationale, a accepté de centraliser les observations en question, et il a rédigé la note préliminaire suivante. Ceux de nos collègues — et nous espérons qu'ils seront nombreux — qui répondront à cet appel sont priés de bien vouloir écrire directement à son adresse.

LE COMITÉ.

\* \* \*

### Caractère des observations d'étoiles variables.

Les observations d'étoiles variables sont non seulement parmi les plus utiles et les plus fructueuses, mais aussi parmi les plus simples et les plus *faciles* qu'il soit donné aux amateurs d'astronomie d'entreprendre.

Il suffit, pour les effectuer avec succès, de remplir les conditions minima suivantes :

1<sup>o</sup> Pouvoir *identifier* les étoiles visibles à l'œil nu avec une carte ou un atlas céleste quelconque (1);

2<sup>o</sup> Disposer d'un *endroit* (jardin, terrasse, balcon ou même fenêtre) d'où l'on puisse découvrir une bonne partie du Ciel sans être gêné par les lumières artificielles;

3<sup>o</sup> Posséder une bonne paire de *jumelles*, une *montre* réglée sur l'heure de Greenwich, à quelques minutes près, un bon *cahier* pour inscrire les observations et une *lanterne* sourde;

4<sup>o</sup> Disposer d'une demi-heure de *loisir* de temps à autre, le soir;

5<sup>o</sup> Faire preuve d'*exactitude* et de *méthode*.

Il n'est certainement aucun amateur d'astronomie qui ne réponde pas à ces conditions très simples.

### Les Débuts

Qu'on ne s'imagine pas que les observations d'étoiles variables présentent une difficulté *réelle* quelconque. Chacune d'elles consiste simplement dans la « comparaison » de trois étoiles. Il suffit, en pratique, de distinguer deux étoiles indiquées sur une carte et d'estimer, de *juger* de combien, à peu près, l'une est plus brillante et l'autre moins brillante qu'une troisième étoile, qui est la *variable*.

Certes, au début, on hésitera quelquefois (et il suffira de noter la chose), mais au bout de fort peu de temps on acquerra, en général, par l'exercice, une habileté suffisante pour qu'on soit satisfait de ce que l'on aura observé, et on trouvera dans ces observations scientifiques un véritable plaisir.

Au début aussi, on perdra assez bien de temps à identifier les étoiles dites de « comparaison » dans la jumelle, mais une fois cette prise de

---

(1) Nous conseillons l'emploi du petit atlas d'ARTHUR P. NORTON : *A Star Atlas and Telescopic Handbook for Students and Amateurs*. — London, Gall & Inglis, Henrietta Street, Strand, W. C. — 2<sup>e</sup> édition, 1919. — Il est à la fois complet, récent et très maniable.

contact faite, on se retrouvera sans aucune peine dans le coin du Ciel à étudier; au bout de fort peu de temps on n'aura même plus besoin de la carte et chaque observation ne prendra alors que quelques minutes. En cette matière comme dans d'autres, il n'y a que le premier pas qui coûte.

Nous conseillons en tout cas vivement à nos membres de tenter un simple essai.

Une fois l'observation faite, il faudra nécessairement noter dans le cahier *ad-hoc* ce que l'on aura vu, avec la date, l'heure et l'état du Ciel. On pourra ensuite, plus tard, *réduire* les observations, les transcrire sur des feuilles étoile par étoile et déduire de la comparaison la magnitude (ou grandeur apparente) de chaque variable, ce qui ne réclame du reste qu'un petit calcul très simple d'arithmétique élémentaire. On nous enverra ensuite de mois en mois les résultats obtenus.

Il n'est pas du tout *nécessaire* d'observer chaque fois qu'il fait beau. Tant mieux, évidemment, si les observations sont nombreuses; c'est le propre, cependant, les observations faites en commun, que chacune d'elles, pourvu qu'elle ait été consciencieusement effectuée, possède sa valeur propre.

Tout ce que l'on nous enverra donc, même si c'est peu de chose, sera le bienvenu.

### Variables à observer.

L'Association française a publié des cartes spéciales et des listes d'étoiles de comparaison pour 49 étoiles variables de toute espèce. Nous conseillons au débutant de faire un choix parmi les variables suivantes, qui conviennent bien aux premiers essais :

| ÉTOILE           | TYPE | INSTRUMENT |
|------------------|------|------------|
| ** T Cephei      | II   | J. L.      |
| Mira Ceti        | II   | O. J. L.   |
| ζ Cygni          | II   | J. L.      |
| X Cygni          | IV   | J.         |
| * R Coronae      | III  | J. L.      |
| * R Lyrae        | III  | J.         |
| ** T Monocerotis | IV   | J.         |
| S Sagittae       | IV   | J.         |
| T Vulpeculae     | IV   | J.         |

Dans la colonne « Type » (de variation des étoiles), II indique une étoile dite à longue période, variant lentement et qui peut être observée utilement une ou deux fois par semaine, III et IV des étoiles à variation irrégulière et à courte période respectivement, qui peuvent être observées utilement à n'importe quel moment.

Dans la colonne « Instrument » (à l'aide duquel la variable doit être observée) O = œil nu, J = jumelles, L = petite lunette.

Un astérisque indique une variable observable en ce moment (mars), un double astérisque, une variable observable en ce moment avant minuit.

Il est à peine nécessaire de dire que, si l'on prend goût à ces observations, et surtout si l'on dispose d'une lunette, on peut étendre indéfiniment un tel programme d'observations.

La Société Belge d'Astronomie a déjà fait, à diverses reprises, appel aux observateurs bénévoles pour l'étude des étoiles variables, et publié il y a bien longtemps des instructions complètes à l'usage des amateurs (1). On pourra s'y reporter.

De telles instructions, ainsi que des cartes, des listes d'étoiles de comparaison et des feuilles pour l'inscription des observations seront adressées franco sur simple demande adressée à l'auteur de cette note, qui se tiendra en outre à la disposition des débutants pour les aider de ses conseils oraux ou écrits, basés sur une expérience pratique longue de plus de vingt années.

Toutes les observations qu'on voudra bien nous envoyer seront dûment transmises à l'Association française d'observateurs d'Etoiles variables pour être discutées en même temps que celles des autres membres de cette organisation. Elles contribueront ainsi à remplir un but utile.

Deurne, Anvers (Belgique),  
23, rue Thisius.

FÉLIX DE ROY.

---

(1) *L'Étude des Étoiles variables*, par G. VAN BIESBROECK. — *Annuaire pour l'an 1907*, publié par la Société Belge d'Astronomie. — *Sur l'Observation des Étoiles variables*, par FÉLIX DE ROY, « Bulletin de la Société belge d'Astronomie », 1907. — *Notes pratiques sur l'observation visuelle des Étoiles variables*, par MAURICE E.-J. GHEURY DE BRAY, F. R. A. S., « Bulletin de la Société Belge d'Astronomie » et « Ciel et Terre », 1914-1920.

## L'HORLOGE MARINE DE JOHN HARRISON

L'invention de l'horloge marine de Harrison est liée à la question de la détermination des longitudes en mer.

Avant le XVI<sup>e</sup> siècle, la détermination des longitudes en mer était tout à fait dans l'enfance.

Ainsi, les grands navigateurs Barthélemy Diaz en 1486 et Christophe Colomb en 1492, se servaient, pour la déterminer, d'une méthode basée sur l'évaluation très incertaine de la route du navire à l'aide du loch et de la boussole.

L'imperfection de cette méthode porta les astronomes du XVI<sup>e</sup> siècle à imaginer de meilleurs procédés. Trois méthodes se présentaient pour la solution de ce problème :

- 1<sup>o</sup> La première était basée sur le mouvement des corps célestes;
- 2<sup>o</sup> La seconde, sur la variation de la déclinaison magnétique d'un point de la Terre à l'autre;
- 3<sup>o</sup> La troisième, sur la marche d'une horloge garde-temps, comparée à l'heure locale.

On proposa tout d'abord de se servir de l'observation des éclipses de Lune. Mais les éclipses de Lune sont des phénomènes beaucoup trop rares pour que leur observation puisse être d'une grande utilité. C'est pourquoi on proposa ensuite d'employer au lieu des éclipses, les distances de la Lune à certaines étoiles fixes. Mais pour appliquer cette méthode il fallait connaître les mouvements de la Lune mieux qu'on ne les connaissait au XVI<sup>e</sup> siècle.

Galilée proposa de se servir des éclipses des satellites de Jupiter. Cette méthode avait sur l'observation des éclipses de Lune cet avantage, que le phénomène des éclipses de Jupiter était beaucoup plus fréquent. Mais le projet de Galilée demeura sans résultat, pour la même raison qui avait empêché de se servir de la Lune. Galilée ne parvint pas à calculer exactement, à l'avance, la marche des satellites de Jupiter.

La deuxième méthode, basée sur la variation de la déclinaison magnétique, élaborée pour la première fois par l'Anglais Burroughs en 1580 et reprise plus tard par Porta, Halley et d'autres, n'a été, jamais, paraît-il, sérieusement étudiée.

En ce qui concerne la troisième méthode, dans laquelle on proposait de se servir de la marche d'une horloge pour déterminer les longitudes géographiques, elle fut imaginée par Reinerus Gemma Frisius,

Hollandais, qui exposa ses idées en 1577 dans un ouvrage intitulé : *De principiis astronomie*.

Cette idée fut reprise plus tard par Hooke, Huyghens, Leibnitz et d'autres. Huyghens, après avoir inventé son horloge à pendule, écrivit un ouvrage spécial sur cette question : *Brevis institutiv de usu horologiorum ad inveniendas longitudes*.

Mais, on le conçoit aisément, cette dernière méthode ne pouvait être appliquée, tant que les horloges restaient imparfaites.

Aucune de ces méthodes ne donna donc de résultats satisfaisants et au commencement du XVIII<sup>e</sup> siècle le problème de la détermination des longitudes était encore à résoudre.

Vu l'importance de la question, les encouragements ne manquèrent point à ceux qui s'occupaient de la solution de cette question.

En 1600, le roi Philippe III offrit une prime de 120 000 piastres à celui qui la résoudrait et les États généraux de Hollande promirent une récompense de 30 000 florins. Enfin, le Parlement anglais, en 1714, fonda un prix de 10 000 liv. st. pour la détermination de la longitude en mer à 1<sup>o</sup> près, de 15 000 liv. st. pour une approximation de 40' et de 20 000 pour une approximation de 30'.

En 1728, John Harrison, attiré par les hautes primes du Parlement, arriva à Londres.

John Harrison, fils d'un forgeron, était né en 1693 à Foulby et mourut en 1776 à Londres. C'était un simple horloger, mais il possédait une vive intelligence et un goût particulier pour la mécanique. Il se livra avec ardeur à l'étude de la physique et des mathématiques et appliqua ses connaissances au perfectionnement de l'horloge à pendule. Il savait que les variations de température produisent des irrégularités dans la marche des horloges ; la température en s'élevant allonge le pendule et en s'abaissant le raccourcit. Les horloges marchaient plus vite en hiver qu'en été.

Jusqu'à cette époque personne n'avait trouvé le moyen de remédier à cet inconvénient. Ce furent Harrison et Graham qui trouvèrent les premiers, en 1726, un moyen d'éliminer cet inconvénient, par leur pendule compensateur.

Mais tandis que le pendule compensateur de Graham était un pendule à mercure, celui de Harrison était un pendule à grille (Rost-pendel, en allemand).

Son système ingénieux de pendule à grille était basé sur l'inégale dilatabilité des métaux. Dans sa première horloge à pendule à grille,

Harrison avait des rouages pour la plupart en bois ; le pendule consistait en 9 tiges, alternativement en fer et en laiton, ajustées de telle sorte que la dilatation de fer tendait à abaisser le pendule et la dilatation de laiton à le relever de la même quantité.

La figure ci-dessous représente l'ordre des tiges des deux métaux (les tiges en laiton sont présentées par des lignes pleines).

Pour corriger les inégalités de l'amplitude il fit osciller son pendule entre deux plaques cycloïdales, placées à la partie supérieure. Cette idée appartient à Huyghens, mais il paraît que Harrison ne connaissait pas les travaux de ce dernier.

En arrivant à Londres en 1728, il avait l'intention de fabriquer une horloge portable, une montre, satisfaisant aux conditions exigées par le Parlement. Il pensait y parvenir à l'aide de son pendule à grille. Il appela cette horloge, horloge marine ou time-keeper (garde-temps), et présenta le dessin de cette horloge à Halley afin de connaître son avis. Halley le recommanda alors à Graham. Ce dernier fit beaucoup d'éloges de son projet, mais conseilla à l'inventeur de la perfectionner encore, avant de la faire connaître.

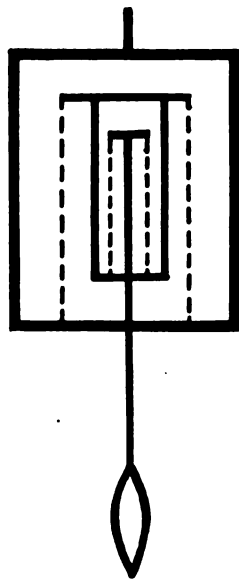


FIG. 1.

Harrison suivit son conseil, revint à Foulby, et poursuivit son projet pendant sept ans.

Enfin il réussit à construire un nouveau time-keeper qui semblait devoir satisfaire à tous les desiderata. Pour le vérifier il entreprit un voyage de Portsmouth à Lisbonne et revint à Portsmouth. Dans les deux trajets la différence des longitudes déterminées resta la même.

Après cette vérification il crut pouvoir retourner à Londres. Son invention eut beaucoup de succès parmi les astronomes. Alors il se présenta en 1737 au « Board of longitude », en demandant une subvention, qui lui fut accordée, et continua à perfectionner son horloge.

Jusqu'en 1758 il construisit quatre time-keeper, dont chacun réalisait un progrès.

Il envoya en 1758 son quatrième time-keeper au Parlement, en demandant qu'il fût soumis à l'épreuve prescrite. Après de nombreux

pour parler, son fils William, accompagné du commissaire du Parlement, dut entreprendre deux longs voyages pour essayer ces horloges. S'embarquant à Portsmouth il se rendit une première fois à Jamaïque, puis à la Barbade.

Pendant le premier voyage, qui dura quatre mois, l'horloge n'avait varié que de 1'54" et 1/2 de temps, ce qui correspond à un arc de 28' 1/2. Lors du deuxième, la différence de longitude fut trouvée exacte avec une approximation de 43" de temps.

Ce résultat était des plus satisfaisants, puisqu'il était au-delà des limites fixées par le Parlement.

Après cette épreuve le Parlement lui compta la moitié de la prime (10 000 liv. st.).

L'autre moitié fut distribuée entre ceux qui pendant ce temps avaient perfectionné la méthode astronomique pour la détermination des longitudes en mer.

Harrison avait alors soixante douze ans.

L'horloge de Harrison a été décrite à Londres en 1757, par ordre du Bureau des Longitudes, sous le titre de : *Principes de la montre de Harrison*, avec planches, Londres, 1757. Cet ouvrage a été traduit en français, en 1767, par le P. Pesenas.

Mais cette description est très incomplète et il serait impossible, d'après elle, de reproduire tous les détails de construction de cet intéressant appareil.

\_\_\_\_\_ L. TSÉBRIKOWE, D. S.

## PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

### Séance mensuelle du 22 octobre 1921.

La séance est ouverte à 16 heures, sous la présidence de M. Flamache, vice-président.

Il est donné lecture du procès-verbal de la réunion du 18 juin dernier. Ce procès-verbal est approuvé.

*Publications.* — Depuis la dernière réunion, la Société Belge d'Astronomie a reçu les publications mentionnées ci-après :

#### SERVICE DES ÉCHANGES.

Astrophysical Journal, vol. LIII, nos 4 et 5; vol. LIV, n° 1.

Bull. of Amer. Meteor. Soc., vol. 1, 1920, complet; vol. 2, nos 1, 2 et 5.



Public. of the Astr. Soc. of Pacific, vol. XXXIII, n° 192, August, 1921.

Annual Report of Naval Obs., 1915, 1916 et 1917.

Contrib. from Mount Wilson Obs., 193 à 199; tables, vol. IX.

Public. of Dominion Astrophys. Obs. Victoria, vol. I, n°s 13 à 25.

Helwan Observ. Bull. n° 21. — Report on a method of measuring small differences in longitude.

Norman Lockyer Observ. Notice. — Spectrum of Cassiopeiae. — Notice on Sir Norman Lock, par Cortie, S. J. — Director's annual Report.

Bulletin de la section scientifique de l'Académie roumaine.

Treballs del Museu de Ciències Naturals, vol. III, n°s 9, 10; vol. VIII; vol. VII, n° 1; vol. V, n° 3; vol. IV, n° 2.

Junta de Ciències Naturals, Barcelona. Annuaire 1918.

Memorias de la Real Academia de Ciencias, Madrid, t. I, sér. 2a.

Revista de la Real Academia, t. XVIII, n°s 4 à 12.

Memorias de la Real Academia, t. XXVIII et XXIX.

Geofysiske Publik. vol. I, n° 5. — Carl Störmer : Rapport sur expéd. d'aurores bor. à Bosschop en 1913, vol. II, n° 2. — Exemples de rayons auroraux dépassant des altitudes de 500 kilomètres au-dessus de la Terre.

Instituto Idrogr. Real Marina, 1<sup>er</sup> sem. et 2<sup>e</sup> sem. 1918, 1<sup>er</sup> sem. 1919.

Euclide. Revue mathématique, juillet 1921.

Documents astronomiques « Lumen ».

Rev. Meteor. de Venezuela. — Résumé des obs. mét. 1920.

Bulletin of the Amer. Meteor. Soc. June, vol., 2, n° 6.

Ioglio Meteorico Marsile, Inst. Idrogr. Genova, 2<sup>e</sup> sem. de 1919.

Bolotin de la Real Acad. de Ciencias y Artes, janvier 1921.

Nota sobre los Rocas de las Minas del Priorato.

Nota petrografica sobre algunas rocas eruptivas de Castellan y Valencia.

Sobre les variaciones de transparencia de la Atmosf.

El Pozo Monras no es organa depurador.

Dos nuevas Tribus de Murmeleonidos.

Influencia de la saturacion del hierro.

M. Flamache rend compte de la visite effectuée par les membres de la Société Belge d'Astronomie au Palais Mondial, le samedi 16 juillet

écoulé. Il insiste vivement auprès de ceux des membres qui n'ont pu encore visiter ces installations, pour qu'ils aillent se rendre compte de l'intéressant travail qui y est effectué. C'est là que se trouve la bibliothèque de la Société Belge d'Astronomie. Il serait souhaitable que les membres fassent plus fréquemment usage de cette bibliothèque.

La parole est ensuite donnée à M. A. Fisch, opticien et membre de la Société Belge d'Astronomie, qui présente la nouvelle lunette astronomique d'amateur « Zeiss ». Il s'agit d'une lunette de 60 millimètres d'ouverture, de construction extrêmement soignée, robuste et pratique, établie spécialement pour amateurs, ainsi que pour les athénées, collèges, etc. M. Fisch explique le fonctionnement de l'appareil et donne quelques détails au sujet de ses qualités optiques.

Le président remercie M. Fisch de son intéressante communication. Il signale à cette occasion qu'il serait intéressant qu'un de nos membres fit un jour une causerie pour expliquer à leurs collègues quelles sont les conditions auxquelles un instrument d'astronomie pour amateur doit répondre, et ce qu'on doit pouvoir en exiger.

Certains membres expriment le regret de voir que les prix des appareils d'astronomie sont aujourd'hui si élevés.

Le président donne ensuite la parole à M. J. Jaumotte, directeur de l'Institut royal de météorologie, pour ses communications.

M. Jaumotte parle tout d'abord de l'expédition scientifique organisée pendant l'été dernier à l'île Jean Mayen, petite île située au nord-est de l'Islande par environ 71° de latitude nord.

A notre point de vue, ce sont surtout les communications météorologiques faites sous la direction de M. Mercanton, météorologue suisse, et transmises par le poste de T. S. F. dont disposait l'expédition, qui ont été extrêmement intéressantes.

M. Jaumotte exprime l'espoir que la station météorologique et radiotélégraphique sera permanente.

M. Jaumotte nous parle ensuite de l'expédition météorologique du navire *Jacques Cartier*. Quoique les navires modernes soient, en règle générale, tous munis d'un poste de T. S. F., la portée de ces postes est trop faible pour atteindre directement les postes côtiers de réception. Seuls les grands navires, tels le *Cedric*, disposent d'un poste de T. S. F. suffisamment puissant pour que les ondes puissent être reçues, et c'est ainsi que les observations météorologiques faites par des navires de moindre tonnage sont généralement perdues pour le service de la prévision du temps. Il arrive par-

fois, il est vrai, que les émissions de petits postes sont recueillies par des navires plus rapprochés de la côte, et ainsi de suite jusqu'au poste sur terre ferme, mais ces transmissions successives font perdre beaucoup de temps, et il est rare que les observations puissent atteindre le service de prévision en temps utile pour être mises à profit.

C'est pourquoi le *Jacques Cartier* fut envoyé pour faire dans l'Atlantique une croisière au cours de laquelle les observations des autres bateaux seront captées et retransmises par un poste de T. S. F. relativement puissant.

M. Jaumotte nous parle ensuite des conditions météorologiques de la coupe Gordon-Bennett des sphériques. En faisant usage des cartes publiées par l'Institut Royal de Météorologie l'avant-veille, la veille et le jour même de la course, M. Jaumotte montre que le centre de haute pression qui existait sur la Scandinavie, ainsi que le centre de basse pression sur le golfe de Gascogne et au nord-ouest de l'Irlande, devaient conduire les concurrents vers la Grande-Bretagne. Seuls les participants qui ont pu saisir les couches atmosphériques où le vent avait une légère direction vers le nord ont pu allonger leur parcours. C'est ainsi que le vainqueur, le pilote suisse Armbruster, a réussi à aborder dans l'île Lambey, près de la côte irlandaise.

Le président remercie M. Jaumotte de ses intéressantes communications.

M. Jaumotte profite également de la séance pour présenter aux membres l'actinomètre d'Angström, qui sera bientôt mis en service à Uccle. M. Jaumotte expose la théorie de cet appareil.

#### *Discussion sur le maintien de l'heure d'été.*

M. le Président annonce que le bureau de la S. B. A. a estimé qu'il serait de la plus haute utilité que la société, qui est particulièrement bien placée pour cela, permette à ses membres de discuter l'opportunité qu'il y a de maintenir la réforme dite de « l'heure d'été ».

Il signale que lorsque cette réforme a été appliquée, la plupart des pays européens se trouvaient à l'état de guerre. Il s'agissait de courir au plus pressé et, par conséquent, la question ne pouvait pas être examinée à loisir. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et beaucoup de bons esprits ont émis des doutes sur l'intérêt que cette réforme peut présenter. Il semble même que les avantages, s'il y en a, ne sont pas compensés par les inconvénients. Il prie M. Dupont de vouloir bien exprimer son opinion à cet égard.

Successivement, MM. Dupont, Jaumotte, de Roy, Boutquin, Quignon, exposent, à divers points de vue, les arguments qui ont été mis en avant pour défendre la réforme introduite depuis la guerre. Ils signalent les nombreuses objections dans divers ordres d'idées.

Le président demande à ces messieurs de vouloir bien faire parvenir au bureau une note détaillée à ce sujet, de manière que les arguments puissent être exposés dans le bulletin de la Société. Il est décidé qu'il en sera fait ainsi.

La séance est levée à 18 h. 30.

\* \* \*

### **Séance mensuelle du 19 novembre 1921.**

La séance est ouverte à 16 h. 30, sous la présidence de M. Eugène Lagrange, membre du bureau.

M. Eug. Lagrange prend la parole pour sa communication au sujet de l'organisation de l'observation visuelle des étoiles variables.

Il donne lecture d'une lettre de M. Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon, qui s'est occupé de la création d'une association pour l'observation des étoiles variables, et fait appel aux observateurs, professionnels autant qu'amateurs, pour lui faire part de leurs travaux. M. Mascart ajoute qu'il est prêt à donner aux observateurs qui répondraient à son appel tous les renseignements qu'ils pourraient désirer, et qu'il tient notamment à leur disposition des cartes facilitant l'observation des principales variables.

M. Lagrange donne en passant quelques explications au sujet du problème des étoiles variables, qui peuvent être classées en deux catégories : celles à période courte et celles à période longue. La variabilité est due, dans la plupart des cas, à l'occultation d'un astre par un autre, qui gravite autour de lui.

La variation à courte période s'accorde très bien, dans de nombreux cas, avec l'hypothèse d'un corps sombre gravitant autour d'une étoile brillante, l'orbite étant placée plus ou moins dans le plan terrestre et produisant ainsi des éclipses périodiques.

Si cela était vrai, le fait enlèverait beaucoup d'intérêt à l'observation, puisqu'on se trouverait en somme devant une simple manifestation de l'astronomie de position.

M. Lagrange fait remarquer que beaucoup d'étoiles variables peuvent être observées à l'œil nu ou à l'aide d'un instrument à faible

grossissement. Tous les observateurs-amateurs, même ceux qui n'ont pas à leur disposition de grandes et coûteuses lunettes, peuvent donc en l'occurrence rendre service à la science.

M. Lagrange explique ensuite le fonctionnement de l'Union Astronomique Internationale, qui a créé un peu partout des comités pour l'observation des étoiles variables. Il se demande si le Conseil belge de recherches astronomiques a étudié déjà dans quelle mesure il pourrait collaborer à cette œuvre.

M. Lagrange constate que le Comité Astronomique International n'a pas à sa disposition de moyen efficace pour toucher directement le public amateur d'observations astronomiques, et il suggère que le bulletin *Ciel et Terre* fasse à ce sujet la propagande nécessaire auprès des membres de la Société Belge d'Astronomie. Il annonce qu'il rédigera un résumé des desiderata exprimés par M. Mascart et M. Grouiller, son adjoint, résumé qui sera publié au bulletin.

M. Ch. Fiévez propose d'afficher un avis à ce sujet au tableau qui nous est réservé dans une section spéciale du Palais Mondial. Il sera examiné sous quelle forme il pourra être donné suite à cette proposition intéressante.

M. Boutquin propose d'envoyer le résultat des observations au secrétariat de la Société Belge d'Astronomie, aux fins de contrôle. Le Président fait remarquer à ce sujet que notre distingué collègue, M. Félix de Roy, est tout indiqué pour s'occuper, le cas échéant, de la centralisation et de la vérification préliminaire de ces documents.

Revenant à la discussion au sujet des théories d'Einstein, dont M. Toblie Claes, en une conférence très réussie au grand auditoire de l'Université libre de Bruxelles, avait si remarquablement exposé les éléments, M. Lagrange donne lecture partielle de deux communications parues dans la *Revue Scientifique*, et émanant de deux savants français, MM. Painlevé et Picard.

Les journaux avaient annoncé récemment que ces savants avaient vivement combattu les théories d'Einstein au sujet de la relativité restreinte et de la relativité généralisée. Mais il semble, au contraire, que les commentaires des savants français ne sont pas du tout défavorables aux théories relativistes.

M. Painlevé n'élève contre la théorie de la relativité restreinte aucune objection; quant à la théorie de la relativité généralisée, sa communication ne porte que sur la formule d'Einstein relative à l'élément des orbites, en faisant remarquer toutefois qu'Einstein

présente cette formule comme n'étant pas fondée sur une formation logique.

M. Picard, lui, loin de rejeter ces théories, en fait l'éloge et avoue qu'il est plein d'admiration pour la science d'Einstein.

M. Dupont, secrétaire administratif, étant empêché par suite d'indisposition, la seconde communication à l'ordre du jour n'a pu avoir lieu.

Elle a été remplacée par une communication de M. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique, sur l'Actinométrie et les actinomètres d'Angström et de Violle.

Cette communication de M. Jaumotte, faite en quelque sorte au pied levé, a porté sur deux points successifs. Il a décrit et étudié tout d'abord après avoir défini le but de l'actinométrie, l'intéressant appareil d'Angström, qui, à son avis, permet d'obtenir avec une très grande exactitude la valeur en calories de la radiation totale du Soleil par centimètre carré. L'appareil, qui utilise la méthode de compensation, réunit la simplicité et la précision. M. Jaumotte a indiqué la possibilité d'employer à la prévision des gelées nocturnes printanières, le pyrgéomètre d'Augström.

Poursuivant le même ordre d'idées, M. Jaumotte a montré ensuite comment les observations thermiques simples de trois actinomètres de Violle, convenablement disposés, pouvaient conduire à une solution simple du problème de l'actinométrie.

L'intéressante méthode nouvelle, élaborée par M. Jaumotte, permettrait de résoudre un problème qui offre pour l'agriculture et l'horticulture une importance qu'il est bien inutile de souligner.

C'est ce qu'a fait observer M. le Président, en félicitant chaleureusement le conférencier de son intéressante communication, que nos membres trouveront partiellement dans le bulletin.

La séance a été levée à 18 h. 45.

\* \* \*

#### **Réunion annuelle statutaire du 17 décembre 1921.**

La séance est ouverte à 16 h. 30, sous la présidence de M. Fernand Jacobs, président.

M. Dupont, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 19 novembre dernier, qui est approuvé.

M. le Président fait remarquer à l'assemblée que l'ordre du jour de la réunion étant assez chargé par les communications administratives et statutaires, une nouvelle réunion sera tenue à huitaine, c'est-à-dire le 24 décembre prochain, à 16 heures, même local.

M. Dupont, secrétaire, donne lecture du rapport du bureau sur l'activité de la Société pendant l'exercice écoulé. Ce rapport est approuvé.

M. Acarin, trésorier, soumet à l'assemblée la situation financière de la Société et les comptes clôturés à fin d'année. Ces comptes sont approuvés.

**Réélection du bureau.** — L'assemblée procède ensuite à la réélection de son bureau. Sont nommés pour l'exercice 1922 :

*Président* : M. Fernand Jacobs.

*Vice-Présidents* : MM. A. Flamache, A. Lemaire.

*Secrétaires* : MM. E. Delporte, J. Jaumotte, E. Lagrange, P. Poskin.

*Secrétaire administratif* : M. P.-L. Dupont.

*Secrétaire-adjoint* : M. M. Minne.

*Trésorier* : M. J. Acarin.

*Bibliothécaire* : M. Marcel Hunin.

*Bibliothécaire-adjoint* : M. Th. Hutten.

**Liste des conseillers.** — MM. A. Boutquin, directeur honoraire à l'administration des télégraphes ; A. Bultinck, directeur à l'administration de la marine ; L. Gillis, général ; Jeanne, colonel, directeur général honoraire de l'Institut cartographique militaire ; Ch. Lagrange, membre de l'Académie royale des sciences ; G. Lecointe, directeur de l'Observatoire royal ; G. Lepaige, directeur de l'Institut astrophysique de Cointe ; E. Pasquier, professeur à l'Université de Louvain, président de la Commission de l'Observatoire royal ; Seligman, colonel, directeur de l'Institut cartographique militaire.

**Admission de nouveaux membres.** — M. le Secrétaire donne lecture de la liste des trente-deux nouveaux candidats présentés à la Société. Ces Messieurs sont admis comme membres.

La séance est levée à 18 h. 30.

\* \* \*

*Exercice social de 1921.*

RAPPORT DU TRÉSORIER.

*Messieurs,*

J'ai l'honneur de vous rendre compte des opérations de notre trésorerie pendant l'année sociale qui vient de s'écouler, et de sa situation à la date de ce jour.

Au commencement de l'exercice, nous disposions d'un solde disponible de . . . . . fr. 2.983 23

Nous avons encaissé, du chef de cotisations, de l'année courante et arriérées, dons spéciaux en faveur de notre Société, subside gouvernemental, abonnements au bulletin *Ciel et Terre*, et vente de publications, la somme globale de . . . . . 12.848 68

portant le chiffre de nos disponibilités à . . . . . fr. 15.831 91

Nous avons déboursé pour dépenses d'impression de notre bulletin, clichés, photogravures, frais de secrétariat et de trésorerie, la somme de . . . . . fr. 7.464 20

laissant un disponible de . . . . . fr. 7.367 71  
montant qui figure en banque au compte de notre Société.

Ce reliquat de caisse sera absorbé pour le règlement des dépenses engagées chez nos imprimeurs et fournisseurs.

Bruxelles, le 16 décembre 1921.

*Le Trésorier,*  
(S.) J. ACARIN.

RAPPORT DU SECRÉTAIRE ADMINISTRATIF.

*Messieurs,*

J'ai l'honneur de vous présenter au nom du bureau de la Société Belge d'Astronomie, le rapport sur l'activité de la Société pendant le dernier exercice.

Fort éprouvée par les cinq années d'inactivité presque complète que l'occupation ennemie lui a imposée, notre Association reprend progressivement ses travaux. Comme pour toutes les autres entreprises à but exclusivement scientifique, cette reprise du travail ne s'effectue qu'avec lenteur et non sans peine. Depuis huit années bien des choses ont changé : des collaborateurs ont disparu, des acti-



vités précieuses, poussées par la nécessité, ont pris une autre direction. La dureté des temps se fait cruellement sentir pour ceux dont les goûts se portent vers l'étude des choses abstraites. Dans une époque régie plus que toute autre par la science critique : *Primo vivere deinde philosophare*, le temps et l'argent qui peuvent être consacrés au progrès scientifique se font de plus en plus rares.

Un symptôme heureux se manifeste pourtant. Une réaction se dessine, et alors que l'homme d'études assistait avec un dégoût mêlé de stupeur à la ruée des appétits matériels déchaînés depuis la guerre, nous voyons les bons esprits se ressaisir ces derniers temps, et venir plus nombreux chaque jour se grouper dans les cercles à but purement scientifique.

Je me plais à constater que les sciences portées au programme de notre activité semblent jouir plus que toutes autres de la faveur du public. L'astronomie, que tant de gens qui ne la connaissent pas considèrent souvent comme la plus abstruse des sciences, semble être douée aujourd'hui d'un attrait particulier pour un monde avide d'émotions élevées. La météorologie, considérée jadis avec un dédain indulgent, prend de nos jours une importance singulière — tous le comprennent — par le développement des moyens de transport aériens.

Aussi est-ce avec joie, Messieurs, que le bureau de la Société vous signale qu'au cours des douze mois révolus, pas moins de 135 candidatures nouvelles se sont présentées. Si j'ajoute que presque tous ces nouveaux membres habitent l'agglomération bruxelloise, vous serez, je pense, d'accord avec moi pour convenir que ce résultat est vraiment encourageant.

Je m'empresse d'ajouter que le mérite en revient particulièrement aux conférenciers, à la bonne volonté de qui nous avons fait appel pour l'organisation des conférences publiques. J'ai nommé MM. Boutquin, Delporte, Jaumotte et Tobie Claes. Qu'ils veuillent ici recevoir les vifs remerciements de la Société.

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à l'administration de l'Université libre de Bruxelles, qui a bien voulu nous prêter ses locaux pour ces causeries.

Le recrutement en province est jusqu'ici moins brillant. C'est que le travail de pénétration y est beaucoup plus malaisé. Il n'existe pas encore de liaison suffisante entre la capitale et les grandes villes du pays, et notre action ne se fait pas encore sentir avec assez de force.

Des bonnes volontés existent là-bas comme ici, c'est indéniable, mais ces bonnes volontés sont trop éparpillées, sans cohésion, et le travail de propagande y est de ce fait extrêmement lent.

Notre bureau, Messieurs, s'est inquiété de cet état de choses et a étudié les moyens d'y remédier. Il y a malheureusement beaucoup de travail encore à achever à Bruxelles avant de pouvoir aborder ce programme; devant la multiplicité des choses à faire, il estime qu'il convient de sérier les difficultés à vaincre. Il serait souhaitable, en attendant que nos membres de province prissent eux-mêmes cette initiative de propagande; ils peuvent être assurés de l'aide qui leur serait apportée par nous.

La situation est encore plus difficile pour nos membres étrangers. Dans beaucoup de pays, le change est tellement déprécié que notre cotisation représente souvent un sacrifice au-dessus des forces de beaucoup de gens. Bien de nos anciens membres étrangers sont morts, d'autres nous ont oublié.

Ceci m'amène à vous parler de votre bulletin *Ciel et Terre*. Le bureau de la Société et le Comité de rédaction savent bien quel rôle important le bulletin joue dans la propagande à faire pour la Société, tant en Belgique que dans les pays étrangers. Ils entendent aussi les reproches que l'on formule sur l'irrégularité de la publication. Ils savent que dans ce domaine bien des choses pourraient être améliorées. Je m'empresse d'ajouter qu'ils sont bien décidés à faire tout ce qu'il faut pour cela. Mais si d'une manière générale ceux qui dirigent une société scientifique ne sont pas sur un lit de roses aujourd'hui, on peut bien dire que ceux qui doivent assumer la publication d'une revue scientifique sont sur un fagot d'épines. La cherté du papier et de la main-d'œuvre typographique heurte sans cesse les dispositions prises.

La difficulté de la tâche donne d'autant plus de mérite au travail fait par le Comité de rédaction de *Ciel et Terre*. Je ne doute pas d'être votre interprète en présentant à ces Messieurs les vifs remerciements de la Société.

Nous avons également à exprimer notre gratitude à M. Lecoq, directeur de l'Observatoire royal à Uccle, qui a bien voulu tenir à la disposition de la Société deux coupes de l'Observatoire, dont une munie de sa lunette équatoriale. C'est une nouvelle preuve, ajoutée à tant d'autres, de l'intérêt que le savant directeur de notre Observatoire

national porte au progrès de notre œuvre. Nous sommes, faut-il le dire, extrêmement sensibles à ces marques d'intérêt.

Le travail de l'amateur, voire de l'astronome libre, atteint rarement à la valeur de celui donné par l'astronome professionnel. Mais l'amateur est, en quelque sorte, l'agent de liaison entre le public profane et le personnel des Observatoires. Ce dernier, trop souvent retiré dans sa tour d'ivoire, passe fréquemment dans le monde ignorant pour un rouage de luxe dans la grande machine utilitaire. L'homme dans la rue qui, surtout dans notre pays, a une tendance à évaluer tout en gros sous, ignore tout ce qu'il doit à l'astronomie. C'est pour nos membres un devoir d'éclairer l'ignorant, et c'est travailler à l'intérêt bien compris de tous : astronomes, amateurs et public, que de resserrer sans cesse les liens existant entre l'astronome officiel et une société comme la nôtre.

Il m'est pénible d'ajouter que les locaux et instruments si obligeamment mis à notre disposition sont provisoirement hors d'état de servir, l'administration des Ponts et Chaussées, pour des raisons budgétaires, sans doute, n'ayant pu jusqu'à présent les remettre en état. Nos démarches continuent dans ce sens, et j'exprime le vœu de voir, dans le rapport de l'année prochaine, l'annonce de l'inauguration de notre Observatoire.

Je suis certain d'être votre interprète à tous en exprimant aussi notre gratitude à l'Aéro-Club de Belgique, pour la gracieuse hospitalité qu'il nous offre depuis trois ans. C'est en grande partie à l'usage gratuit de ces splendides locaux que nous avons pu maintenir l'activité de notre Société, et — chose non moins précieuse — qu'il nous a été donné d'équilibrer notre budget.

Je prie notre Président de vouloir être l'interprète de nos sentiments auprès de son meilleur ami, M. le Président de l'Aéro-Club.

Avant de clôturer ce rapport, je voudrais adresser un pressant appel à la collaboration des jeunes. Le grand nombre de jeunes gens qui se pressent aux conférences publiques organisées par nous prouve l'intérêt qu'ils portent aux sciences qui nous sont chères. Ils trouveraient chez nous des amis pour les aider toujours, pour les guider parfois. Le symbole du flambeau passant de main en main est vrai surtout dans les sciences. La génération qui passe cherche les jeunes mains auxquelles elle transmettra la torche. Il ne faut pas que la jeunesse laisse s'éteindre le feu sacré; qu'elle vienne à nous en confiance, c'est nous qui serons ses obligés. Il reste encore tant à

faire : l'Univers sidéral commence à peine à être connu ; l'Océan aérien est encore plein de mystères ; le globe terrestre lui-même n'est exploré qu'à la surface. La besogne est là, grandiose : tout ouvrier de bonne volonté sera le bienvenu. Que dans les découvertes de demain, les Belges inscrivent leurs noms à côté de ceux des ancêtres, et que la Société Belge d'Astronomie puisse être leur foyer d'initiation. C'est le vœu que nous formons pour terminer.

P.-L. DUPONT.

## Biographie.

### SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS

#### INTRODUCTION

Dans son admirable *Self-help* (1), SAMUEL SMILES (2) a clairement démontré l'utilité des biographies. Elles aident notamment à la formation morale de la jeunesse par les nombreux et nobles exemples que leur offre l'histoire de la vie des savants.

C'est en voyant les œuvres de Michel-Ange que Le Corrège s'écria : « Et moi aussi, je suis peintre ! ». N'est-ce pas la lecture de la *Vie des grands hommes* de Plutarque qui révéla à Alfieri sa passion pour les lettres ?

En lisant la biographie d'un astronome célèbre, combien de jeunes gens ignorant leur vocation, sentiront-ils naître l'ardent désir d'acquérir, eux aussi, cette belle science.

« Les grands savants, dit encore Samuel Smiles, les grands littérateurs, les grands artistes n'ont jamais appartenu en propre à aucune classe, à aucun degré de la hiérarchie sociale ; ils sont sortis indifféremment de toutes les classes, de tous les rangs, de l'atelier et de la ferme, de la chaumière et du château. » Parmi les gloires de l'astronomie, nous trouvons Copernic, fils d'un boulanger polonais ; Képler, fils de cabaretier et lui-même garçon de cabaret ; Newton et Laplace, fils, le premier, d'un petit propriétaire, le second, d'un pauvre paysan de Beaumont-en-Auge, près de Honfleur.

Ce qui prouve, une fois de plus, qu'il est possible à tout être intelligent de parvenir aux plus hautes destinées scientifiques, par la volonté, le travail, la persévérance.

Sous le titre de : *Silhouettes d'astronomes contemporains*, nous nous proposons de consacrer aux astronomes décédés depuis 1910, une série d'études relatives à leur vie et à leurs travaux.

---

(1) *Self-help* ou *Caractère, conduite et persévérance*, traduit de l'anglais par A. TALANDIER — Neuvième édition. — Paris, Plon, 1886.

(2) SAMUEL SMILES, publiciste anglais (1812-1904). On lui doit plusieurs travaux très connus, notamment : outre *Self-help*, *La vie de Stephenson* ; *La vie des grands ingénieurs* (1862) ; *Jasmin, barbier, poète et philanthrope* (1891). — Ses livres sont destinés à instruire le peuple.

C'est par la lecture de ceux qui se sont voués avec enthousiasme au culte de cette science, c'est en méditant les enseignements qui se dégagent de la vie et de l'œuvre des savants, que la jeunesse prendra goût au labeur de la pensée la plus sublime.

A. C.

## PREMIÈRE SÉRIE

### I. — Auguste Charlois (1864-1910).

Ce fut avec une douloureuse surprise, mêlée de stupeur, que le monde savant apprit la fin tragique et prématurée de l'astronome distingué qu'était Charlois. C'est dans la nuit du 26 mars 1910 qu'il fut lâchement assassiné, à la porte de son domicile, où le meurtrier l'avait appelé sous prétexte de lui remettre un télégramme.

Sa mort brutale causa à l'Observatoire de Nice une très lourde perte : Charlois, bien qu'agé de quarante-cinq ans à peine, comptait près de trente années de services à cet établissement.

Auguste-Honoré-Pierre Charlois, naquit à La Cadière (Var), le 26 novembre 1864. Après avoir fait ses études secondaires à Marseille, à l'Institution des Frères de la Doctrine chrétienne, il entra à l'âge de seize ans, à l'Observatoire du Mont-Gros, près de Nice, pour y assister le directeur, J. Perrotin, dans la détermination de la longitude de Nice-Milan-Paris ; en 1882, il accompagna Thollon en Espagne pour l'observation du passage de Vénus. « Son zèle au travail, ses remarquables qualités de calculateur, dit M. Simonin, qui fut son collègue à Nice, conduisirent Perrotin à lui confier le soin de rechercher des planètes nouvelles à l'équatorial Gautier de 38 centimètres d'ouverture, instrument auquel il observa jusqu'à ses derniers jours. Cette recherche des petites planètes lui permit d'en découvrir 112 (27 par l'observation directe et 75 par la photographie). Il s'occupa aussi de ces recherches en faisant ses observations à l'équatorial coudé. Ce fut un infatigable « explorateur de voûte céleste ».

Il appartient à cette pléiade d'observateurs d'élite tels que Borrelly, Chacornac, Henry, Palisa, Watson, qui, en comparant les cartes écliptiques avec le ciel, ont enrichi le système planétaire de nombreux astéroïdes.

De 1887 à décembre 1902, Charlois découvrit 104 petites planètes qui, jusque-là, avaient échappé aux investigations : l'astronome français fut le premier à adopter la méthode photographique du professeur Max Wolf, d'Heidelberg. De cette manière, il ajouta 77 astéroïdes. En outre, il fit des milliers d'observations équatoriales, calcula les éléments elliptiques de 16 comètes, les orbites circulaires d'une centaine de planètes et mesura 338 étoiles doubles. Au passage de Mercure, en 1907, Charlois fit des observations qui apportèrent des corrections à l'éphéméride et il rendit d'appréciables services à la Conférence astrophotographique internationale par son travail sur Eros. Il est intéressant de noter qu'il possédait une plaque indiquant la trace de ce remarquable astéroïde, à la même époque où celui-ci fut signalé par De Witt, mais il ne fit connaître cela qu'après la découverte faite par l'astronome berlinois.

Les résultats obtenus par Charlois dans la recherche des petites planètes sont d'autant plus impressionnants qu'à cette époque les recherches photographiques n'existaient pas encore en ce qui concerne l'astronomie stellaire. Charlois dut passer de longues nuits d'observation pour parvenir à ses découvertes et faire de longs

calculs pour obtenir les premières orbites des planètes nouvelles ou pour les identifier, très souvent, avec des planètes déjà connues.

Ses travaux furent, pour la plupart, insérés soit dans les *Annales de l'Observatoire de Nice*, soit dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, soit dans le *Bulletin astronomique*, soit encore dans les *Astronomische Nachrichten*. Nous donnons plus loin la liste, aussi complète que possible, des articles publiés par ce laborieux astronome, qui fit honneur à la science française. Son mérite fut reconnu par l'Académie des Sciences de Paris, qui lui octroya, en 1889, le prix Valz (1); quelques années plus tard, celle de Washington le récompensait pour avoir retrouvé la planète (175) Andromaque, découverte jadis par Watson. La Société astronomique de France lui décerna le prix Janssen en 1899, pour ses travaux sur les petites planètes.

Charlois était un homme d'une amabilité exquise. L'astronomie française a perdu en lui un brillant travailleur et l'Observatoire de Nice un observateur enthousiaste.

#### BIBLIOGRAPHIE NÉCROLOGIQUE.

1. M. SIMONIN, *Astronomische Nachrichten*, 184. Bd (1910), p. 191-192.
2. *Bulletin astronomique*, XXVII, 1910, p. 193.
3. *Cosmos*, tome 62 (1910), p. 393.
4. *The Observatory*, XXXIII, 1910, p. 183-184.
5. *Nature*, LXXXIII, 1910, p. 165.

#### Liste bibliographique des travaux scientifiques d'Auguste Charlois.

##### I. — *Annales de l'Observatoire de Nice.*

1. Avec J. PERROTIN. Observations de comètes et de planètes faites à l'équatorial de Gautier (II, 1887, C, p. 1-51).
2. Calculs d'orbites (II, 1887).
3. Observations de comètes et de planètes faites à l'équatorial de Gautier (38 centimètres d'ouverture) (III, 1890, D, p. 1-49) et (IV, 1895, p. 1-70).
4. Petites planètes découvertes à l'Observatoire de Nice et calculs d'orbites (III, 1890, E, p. 1-7), (IV, 1895, E, p. 1-7) et (VIII, 1904, C, p. 83-87).
5. Observations de planètes et de comètes faites à l'équatorial coudé (40 centimètres d'ouverture) (VIII, 1904, C, p. 1-80).
6. Avec M. PRIM. Observations d'Eros, faites à l'équatorial coudé de 40 centimètres d'ouverture (XI, 1908, C, p. 99-106).
7. Observations de comètes et de planètes (XII, 1910, C, p. 105-142).

##### II. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris.*

1. Observations de la nouvelle comète Barnard, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CI, 1885, p. 231-232).

---

(1) Cf. Rapport de F. TISSERAND, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, CIX, 1889, p. 1015.

2. Éléments et éphéméride de la comète **Barnard** (1883) déduits des observations des 12, 16 et 20 juillet, faites à l'Observatoire de Nice (CI, 1885, p. 302-303).
3. Observations des nouvelles comètes *a* 1886 (Brooks I) et *b* 1886 (Brooks II) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CII, 1886, p. 1149-1150).
4. Observations de la nouvelle comète Brooks (III) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CII, 1886, p. 1230).
5. Observations de la nouvelle planète **(259)** et de la comète Brooks (III) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CIII, 1886, p. 119).
6. Avec J. PERROTIN. Observations de la comète Winnecke, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CIII, 1886, p. 516-517).
7. Observations de la nouvelle planète **(267)**, découverte à Nice, le 27 mai (1887) (CIV, 1887, p. 1687-1688).
8. Éléments et éphéméride de la planète **(267)**, (CV, 1887, p. 53-54.)
9. Observations de la nouvelle comète Brooks (1887 août 24) faites à l'Observatoire de Nice avec l'équatorial de Gautier (CV, 1887, p. 456-457).
10. Observations de la comète d'Olbers, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CVI, 1888, p. 42-43).
11. Éphéméride de la planète **(269)** pour l'opposition de 1888 (CVI, 1888, p. 412-413).
12. Observations de la nouvelle planète **(272)**, découverte le 4 février (1888) à l'Observatoire de Nice (CVI, 1888, p. 463-464).
13. Éléments et éphéméride de la planète **(272)** (CVI, 1888, p. 584).
14. Observations de la comète Sawerthal, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (CVI, 1888, p. 1000-1001).
15. Observations de la nouvelle planète **(277)**, découverte le 3 mai 1888, à l'Observatoire de Nice (CVI, 1888, p. 1392-1393).
16. Observations de la nouvelle comète Brooks, faites à l'Observatoire de Nice (CVII, 1888, p. 437).
17. Observations de la nouvelle planète découverte le 28 janvier 1889, à l'Observatoire de Nice (CVIII, 1889, p. 219).
18. Observations de la nouvelle planète découverte le 8 février 1889, à l'Observatoire de Nice (CVIII, 1889, p. 277).
19. Observations de la nouvelle planète découverte le 29 mai 1889, à l'Observatoire de Nice (CVIII, 1889, p. 1156).
20. Observations de la nouvelle planète découverte à l'Observatoire de Nice, le 3 août 1889 (CIX, 1889, p. 297).
21. Sur la comète Brooks (6 juillet 1889) (CIX, 1889, p. 400-401).
22. Observations et éléments de la nouvelle planète **(289)**, découverte à l'Observatoire de Nice (CX, 1890, p. 695-696).
23. Éléments et éphéméride de la nouvelle planète **(293)**, découverte à l'Observatoire de Nice, le 20 mai 1890 (CX, 1890, p. 1319-1320).
24. Éléments et éphéméride de la comète Denning (1890 juillet 23) (CXI, 1890, p. 260-261).
25. Éléments et éphéméride de la planète **(294)**, découverte à l'Observatoire de Nice, le 15 juillet 1890 (CXI, 1890, p. 357).
26. Observations de deux nouvelles planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les 11 et 16 février 1891 (CXII, 1891, p. 415).
27. Observations de la nouvelle planète **(306)**, découverte à l'Observatoire de Nice, le 5 mars 1891 (CXII, 1891, p. 510).

28. Observations de la nouvelle planète, découverte à l'Observatoire de Nice, le 16 mai 1891 (CXII, 1891, p. 1301).
  29. Observations de la nouvelle planète, découverte à l'Observatoire de Nice, le 11 juin 1891 (CXII, 1891, p. 1418).
  30. Observations de quatre nouvelles petites planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les 28 août, 1<sup>er</sup>, 8 et 11 septembre 1891 (CXIII, 1891, p. 414-415).
  31. Observations de deux nouvelles petites planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les 24 septembre et 8 octobre 1891 (CXIII, 1891, p. 593).
  32. Observations de deux nouvelles petites planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice, les 22 mars et 1<sup>er</sup> avril 1892 (CXIV, 1892, p. 971).
  33. Avec MM. JAVELLE ET SCHAUHASSE. Sur la comète 1910 a. Observations faites à Nice (CL, 1910, p. 303-304).
- (A suivre.)
- 
- A. COLLARD.

## Bibliographie.

**L'Annuaire des longitudes pour 1922** groupe sous un petit volume une vaste information numérique.

Divisé en cinq chapitres principaux : Calendrier, Terre, Astronomie, Mesures légales, Données physiques et chimiques, l'Annuaire étudie les divers calendriers, fait connaître la position relative des astres, indique les mesures légales françaises et étrangères, le tonnage des navires, la thermométrie, la densité des minéraux et des pierres précieuses, l'analyse des engrais, la chimie, la composition moyenne des vins, bières, cidres, etc...

L'Annuaire 1922 publie, en outre, des notices particulièrement intéressantes. Nous citerons :

*La Théorie de la Relativité et ses applications à l'Astronomie*, par ÉMILE PICARD, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences;

*Monnaies et Changes*, par CH. LALLEMAND, Membre de l'Institut;

*Les deux discours prononcés par M. Hamy*, Membre de l'Académie des Sciences, le premier, en prenant les fonctions de Président du Bureau des Longitudes, le second, à l'occasion des funérailles de Gabriel Lippmann, Membre de l'Institut;

Enfin, l'intéressant article fait par M. FAVÉ, Membre de l'Institut, sur le regretté *Joseph Renaud*, Directeur du service hydrographique de la Marine de 1913 à 1921.

Cette petite Encyclopédie, d'un format commode, imprimée avec soin par Gauthier-Villars et Cie, les éditeurs bien connus, aura sa place dans toutes les bibliothèques.

Un volume in-16 de VIII-800 pages, broché, net 6 francs; relié, net 8 francs.

*Gnomonique ou Traité théorique et pratique de la construction des Cadres solaires*, par G. BIGOURDAN, membre de l'Institut. Un volume in-8 carré (22 X 14) de 214 pages, 104 figures; 1922, 10 francs. — Paris, Gauthier-Villars et Cie.

La connaissance de l'heure exacte est évidemment pour nous une nécessité continue : sans cette connaissance, que deviendraient, par exemple, nos moyens de communication ?

Les montres et les horloges d'aujourd'hui répondent assez parfaitement à ce



besoin; mais — il n'y a pas encore bien longtemps — ces instruments étaient peu répandus, au moins dans les campagnes. On y suppléait au moyen de cadrans solaires, très communs alors, et dont il nous a été conservé des spécimens de types et de dimensions très variés. Un auteur du XVI<sup>e</sup> siècle prétend même qu'il n'est pas plus possible de se passer de cadran que de boire et de manger. Au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, disent les auteurs du temps, chaque maison avait son cadran, et on trouvait facilement des ouvriers spéciaux pour les tracer. Enfin, ces instruments sont loin d'être abandonnés; aujourd'hui, ceux de petites dimensions sont très recherchés par les collectionneurs, et les grands cadrans forment d'élégants motifs de décoration architecturale ou d'ornementation des jardins.

A tous ceux qui s'intéressent à ces instruments, amateurs, théoriciens, praticiens, le petit volume que nous annonçons sera de la plus grande utilité. Après un court historique, indiquant comment on a passé graduellement du gnomon primitif au cadran solaire, on y trouve, avec de nombreuses figures à l'appui, la théorie de ces instruments, de dimensions et de types si variés : cadrans équatoriaux, horizontaux, verticaux, azimutaux, analemmatiques, etc. La partie pratique n'y est pas négligée : on indique les quelques instruments nécessaires, les moyens de déterminer la longitude, la latitude du lieu, l'orientation du mur, ..., qui sont des éléments fort utiles, sinon indispensables. Les méthodes purement graphiques alternent avec les méthodes numériques; et comme celles-ci pouvaient arrêter quelques personnes, des tables placées à la fin du volume lèvent les petites difficultés. D'ailleurs, il suffit de jeter les yeux sur la *table des matières*, pour se rendre compte du grand nombre de renseignements que renferme cet ouvrage.

Le volume se termine par des tables numériques à la portée de tous pour trouver les dates de Pâques et des fêtes mobiles d'une année quelconque, dans le calendrier Julien comme dans le calendrier Grégorien.

METEOROLOGICAL OFFICE. — Air Ministry : British Rainfall 1920 : *The sixtieth annual volume of the British Rainfall Organization*. Pp. xxviii + 285 (London : H. M. S. O., 1921), 12 s. 6 d. net.

Voici la seconde année que la « British Rainfall Organization » fonctionne sous l'administration du *Meteorological Office*.

Avant 1919, elle relevait du contrôle privé.

La réalisation de ce changement a rencontré quelques difficultés au début, mais peut, aujourd'hui, être considérée comme accomplie avec succès.

Si le nombre d'observateurs avait momentanément diminué à cause de la guerre, il a, depuis, augmenté, comme le prouve d'ailleurs la quantité d'observations valables qui est de 4952, soit 54 de plus qu'en 1919.

Dans ce volume, comme innovation, il a été joint, aux tables générales, une colonne donnant le nombre des jours de l'année auxquels 0,4 pouce (1.0 millimètre) de pluie a été enregistré. Cet étalon fut choisi à la suite d'une question proposée dans le rapport de 1919 sur la préférence de regarder 0,4 pouce (1.0 millimètre) au lieu de 0,1 pouce antérieurement en usage, pour unité de mesure dans la fréquence des jours de pluie.

Dans les tableaux relatifs aux périodes de sécheresse et d'humidité, les résultats obtenus par la nouvelle unité ont été placés côte à côte avec ceux de la méthode ancienne.

Les avantages de ces nouvelles définitions prévus en 1919 ont été confirmés; toutefois, d'ici quelques années, on maintiendra encore les anciennes, les données comparatives étant avantageuses.

Au chapitre traitant des pluies fortes de 1920 il est parlé de l'orage désastreux du 29 mai à Louth, où l'on eut à déplorer la perte de 22 vies humaines, tandis que les dommages matériels s'élevaient à 100,000 l.

Les pluies cycloniques de grandes intensités furent cependant rares.

La base statistique de l'ouvrage est largement renforcée par l'introduction des moyennes de pluies de la période 1881-1915.

Ces moyennes sont mises en concordance avec celles publiées dans les différentes publications du *Meteorological Office*.

Des cartes avec les moyennes mensuelles ont été introduites pour la nouvelle période.

La distribution de la pluie totale tombée en 1920 est présentée dans une carte frontispice du volume.

Les sécheresses et les pluies excessives ont été examinées et il y a aussi de précieuses informations sur l'évaporation et la filtration en 1920.

Le présent volume renferme en outre plusieurs articles spéciaux.

Il y en a un concernant des moyennes de pluies et où sont comparées les valeurs de chaque station en particulier avec celles données par les moyennes embrassant la période des années 1875 à 1909.

Dans un autre article, Wilfred Irwin traite de la présence et de la distribution de sel suspendu dans l'air aux Iles Britanniques, et fait remarquer la portée économique que pourrait présenter cette question.

L'ouvrage se termine par quelques considérations sur le développement qu'a pris en Amérique et sur le continent européen le cône protecteur de Nipher pour pluviomètre.

L. VAN AERSCHODT.

## Notes

**Le « Gouffre » à Haïti.** — On sait (1) que tel est le nom donné à Haïti à des bruits d'origine inconnue entendus généralement dans les régions calcaires qui forment les parties supérieures de l'île, entre 1 000 et 2 000 mètres d'altitude.

Souvent ces régions sont parsemées de cuvettes circulaires et plus ou moins profondes qui semblent en relation avec des cavités souterraines dues à l'érosion, et c'est alors de ces cuvettes que les habitants prétendent que vient le bruit du gouffre. Dans la plaine littorale les bruits paraissent toujours provenir des hauteurs montagneuses voisines, jamais du sol sous les pieds de l'observateur.

Le Bulletin annuel (1920) de l'Observatoire météorologique du collège Saint-Martial à Port-au-Prince (2), contient comme les années précédentes dans son chapitre des observations sismiques quelques données nouvelles à leur sujet, sans que le problème de leur origine soit encore résolu.

---

(1) *Ciel et Terre*, 1913, p. 35 et 1914-1919, p. 193.

(2) Page 84, « Informations à propos du gouffre ».

Des cuvettes semblables à celles dont nous parlons plus haut se trouvent en assez grand nombre sur les mornes calcaires des montagnes Noire et de la Selle de 1 800 à 2 000 mètres d'altitude. Après les grandes pluies, ces cuvettes se remplissent d'eau, et on leur donne le nom d'étangs ou de mares qui leur restent, bien que parfois elles restent longtemps à sec, comme en 1921. L'étang Godet, une d'entre elles, se trouve sur la dernière pente du morne Tranchant. La cavité a une trentaine de mètres de diamètre et environ 8 mètres de profondeur. Les parois sont des roches calcaires et le fond en est plat et couvert de terre végétale; grâce à l'humidité l'herbe y est abondante. Plus loin, la mare Belot, de mêmes dimensions, présente le même aspect; le fond en semble fort étanche car, pendant les grandes pluies, elle déborde et les eaux vont former une autre mare plus bas. Toutes les autres cuvettes de la montagne Noire sont dans les mêmes conditions géologiques; elles ne montrent aucune communication visible avec l'intérieur et les fissures de la roche ne sont pas apparentes.

D'après les gens du pays, les bruits du « gouffre » sont en relation avec les changements de temps; en temps ordinaire on n'y attache pas grande importance, mais à la suite de longues pluies ou de longues sécheresses on prétend que la nature des bruits se modifie et est en relation avec le temps à venir.

On n'a d'ailleurs pas établi non plus de relation étroite entre le « gouffre » et les sismes sensibles qui sont nombreux à Haïti, comme le montre la liste dressée par la station sismique d'un Bosch-Omori de 70 kilogrammes, avec agrandissement de 30, à deux composantes.

En 1921, le sisme local le plus violent a été celui du 11 août, qui a affecté la plus grande partie du territoire d'Haïti, et dont l'origine est à rechercher dans une région disloquée du NO. de l'île, comprise entre deux lignes de fractures bien connues.

A Haïti, les constructions indigènes très légères n'ont heureusement jamais à souffrir des sismes, et les indigènes ne s'inquiètent guère de la multiplicité de ceux-ci.

E. L.

**Le système d'y Cygni.** — L'Observatoire astrophysique du Canada (Dominion Astrophysical Observatory) poursuit avec le plus grand zèle, à l'aide du magnifique télescope de 72 pouces qui constitue son principal instrument, l'observation spectroscopique de toutes les étoiles du catalogue de Boss et des variables à éclipse plus brillantes que la huitième magnitude et visibles sous la latitude de Victoria, B. C.

La mesure des spectrogrammes, la discussion et la publication des résultats obtenus ne s'effectuent pas avec moins de rapidité. C'est ainsi que nous avons reçu récemment les nos 13 à 25 du vol. I des Publications de l'Observatoire, distribués entre le 22 juin 1920 et le 1<sup>er</sup> février 1921 — 80 pages de résultats importants en huit mois.

Ceux-ci comprennent des orbites spectroscopiques nouvelles pour H. R. 6385, Boss 5900, H. R. 6169, 8800, Buss 4602, 5070, Omicron Draconis, H. R. 8803, et pour les trois Algolides TX Hercules,  $\gamma$  Cygni et  $\gamma$  Vulpeculae, par W. E. Harper, J. S. Plaskett, Reynold K. Young, S. L. Boothroyd, plus un important travail de R. K. Young sur les lignes du calcium H et K. chez les étoiles des types jeunes, et une importante note de W. E. Harper sur le spectre de Nova Cygni no 3 (1920) et de Nova Aquilae no 3 (1918).

Parmi tous ces travaux nous voulons nous arrêter spécialement à celui concernant la nouvelle orbite de  $\gamma$  Cygni, qui renferme des faits nouveaux pleins d'intérêt.

La variation de cette étoile ( $7^m,1$  à  $7^m,9$ ) fut reconnue en 1886 par Seth C. Chandler et depuis cette époque elle a fait l'objet de nombreuses séries d'observations. Malgré cela, sa courbe de lumière est loin d'être parfaitement connue, du fait que sa période est de 3 jours moins 5 minutes environ, de sorte qu'il faut un très long temps pour couvrir toute la durée de la variation lumineuse. En outre, il y a deux espèces de minima, pairs et impairs, de durée différente, et dont l'intervalle croîtrait avec le temps selon une loi encore mal connue.

Deux orbites photométriques ont été déterminées pour  $\gamma$  Cygni, l'une par Dunei en 1900, avec l'excentricité considérable de 0,145, l'autre, circulaire, par Shapley en 1914, dans son ouvrage classique sur les binaires à éclipse. Le travail de Plaskett confirme plutôt l'orbite circulaire.

L'astronome canadien a obtenu 24 spectrogrammes de la variable entre 1919 août 6 et 1920 août 9, dont 19 seulement ont pu servir à déterminer l'orbite. Leur mesure a été extrêmement ardue à cause de la largeur et du flou des raies. Le type spectral est B2 et non A comme on le croyait jusque ici.

Les erreurs probables des mesures sont grandes absolument (16 à 17 km./s.), mais comme la séparation maxima des lignes est considérable (500 km.), l'erreur relative des dimensions du système déduites des observations ne saurait être très sensible. Cependant, un des lieux normaux, basé sur 3 clichés, donne une déviation positive de 70 km./s. On l'attribuerait à une excentricité élevée, si les autres mesures n'indiquaient une orbite circulaire. Il y a là une particularité qui paraît indiquer un système au moins complexe et qui mérite d'être réétudié plus complètement.

Quoi qu'il en soit, en adoptant les éléments photométriques de Wandell et l'hypothèse de disques stellaires obscurcis sur les bords, Plaskett aboutit aux dimensions réelles minima suivantes du système d' $\gamma$  Cygni, qu'il croit être exactes à 2 p. c. près :

|                                          | × Soleil. | Km.        |
|------------------------------------------|-----------|------------|
| Rayon de l'étoile principale. . . . .    | 4,6       | 3,216,000  |
| Rayon de l'étoile secondaire . . . . .   | 4,6       | 3,216,000  |
| Distance des centres . . . . .           | 27,7      | 19,294,000 |
| Masse de l'étoile principale. . . . .    | 16,6      |            |
| Masse de l'étoile secondaire . . . . .   | 15,3      |            |
| Masse totale du système. . . . .         | 31,9      |            |
| Densité de l'étoile principale . . . . . | 0,070     |            |
| Densité de l'étoile secondaire . . . . . | 0,158     |            |

$\gamma$  Cygni serait ainsi une des étoiles les plus massives connues, fort peu d'étoiles ayant une masse supérieure à 30 fois celle du Soleil.

Si  $\gamma$  Cygni se conforme à la généralité des étoiles du type B2, dont la magnitude absolue est en moyenne de  $-2,8$ , la magnitude absolue de sa composante principale est  $-1,25$  et comme sa magnitude apparente atteint 7,7, sa parallaxe hypothétique serait de 0"0016.

Le spectre d' $\gamma$  Cygni présente une particularité remarquable qu'il ne partage

jusqu'ici qu'avec celui de W Orionis. Les lignes étroites et bien définies du calcium (H et K) ne participent pas à l'oscillation périodique des raies de l'hydrogène et de l'hélium et sont pratiquement stationnaires. On peut en conclure pour l'étoile une vitesse radiale moyenne de  $-10.7$  km./s., soit 40 km./s. de moins que celle donnée par les autres raies diffuses. M. Young a récemment conclu que dans ce cas le calcium se déplaçait avec l'étoile et que les différences de vitesse mesurées provenaient d'une erreur systématique dans la mesure des raies diffuses. M. Plaskett n'accepte qu'avec répugnance cette explication, mais il doit reconnaître qu'une vitesse radiale de  $-49$  km. pour une étoile du type B aussi massive qu'y Cygni est beaucoup plus élevée que ce qu'on pourrait raisonnablement accepter.

F. D. R.

**Le cône protecteur de Nipher.** — Les observations pluviométriques sont utiles et intéressantes sous beaucoup de rapports ; elles proposent à l'étude une série de questions qui ont un grand intérêt météorologique ou climatologique.

Les progrès toujours croissants de la science exigent qu'elles soient toujours plus rigoureuses et que les instruments, de plus en plus perfectionnés, expriment le plus fidèlement possible l'état des choses.

Différentes causes d'erreurs peuvent fausser les mesures udométriques : ce sont les variations que les courants d'air éprouvent dans leur vitesse ou dans leur direction et qui agissent de façon à diminuer le produit du pluviomètre ; ou bien, en hiver, c'est le vent qui balaie et enlève la neige du réceptacle de l'instrument.

On a donc cherché à rendre les observations pluviométriques indépendantes de ces différents facteurs.

Déjà, en 1878, Nipher avait songé à diminuer l'effet du vent en protégeant l'ouverture du pluviomètre d'un dispositif en forme de cône.

Cet accessoire précieux, appelé *cône protecteur de Nipher*, sollicita aussitôt l'attention des météorologistes qui se mirent à faire une série d'expériences en vue de perfectionner l'appareil. Des tentatives de ce genre furent entreprises avec succès, en Russie, par le Dr F. Wild, du service météorologique ; à Berlin, par le prof. R. Börstein, en Norvège et en Angleterre.

Les plus récents perfectionnements ont été apportés par Billwiller, J. Baxendell et Norway. Aussi, à présent, le cône protecteur de Nipher est-il adopté dans la plupart des postes météorologistes importants de l'Amérique et du continent européen.

L. V. A.

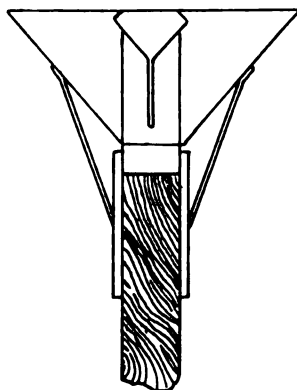


FIG. 2. — Le Cône protecteur Nipher pour pluviomètre (modèle norvégien).

**La vie d'un astronome en Russie.** — On connaît l'ancien Observatoire impérial Nicolas, établi à Poulkovo, dans la banlieue sud de Pétrograd, devenu célèbre par les travaux de Struve au cours du siècle dernier. Le professeur Frost, de l'Observatoire Yerkes (Williams Bay, à 200 kilomètres environ au nord de Chicago), a reçu récemment une lettre de l'un des plus distingués astronomes russes, qui est actuellement à Poulkovo. Le *Popular Astronomy*, dans son numéro d'octobre

1921, en publie un long extrait, dont nous donnons la traduction ci-après : « Nous avons passé ici par des temps très durs. Je pourrais dire que nous les traversons encore, sauf que la patience et l'expérience nous ont appris à nous faire aux difficultés. 1918 fut une année particulièrement difficile et plusieurs de mes collègues de l'Académie furent incapables de supporter le manque de nourriture et moururent. A Pulkovo, la situation ne fut pas si mauvaise, parce que chaque astronome disposait d'un jardin potager d'environ 1,000 mètres carrés, que nous cultivions de nos propres mains, et nous pûmes produire ainsi assez de pommes de terre, de carottes et d'autres légumes pour nous nourrir toute l'année. Je suis très heureux que mes forces, en dépit de mes soixante-sept ans, m'aient permis de m'acquitter de ma part de ce travail. Sous tous les rapports, nous sommes devenus des Robinson Crusoe, parce que nous sommes obligés de connaître comment faire chaque chose nous-mêmes : réparer nos vêtements, nos chaussures, et tout ce qui s'use, car il est quasi impossible d'acheter du neuf, rien n'étant à avoir.

» La monnaie a à peine quelque valeur, et le pain noir, qui déjà en 1917 coûtait de 2 à 4 copecks la livre, est à 4,000 roubles maintenant et, à certaines places, à 18,000 roubles. Au commencement de 1921, nous pouvions encore acheter une paire de bottes pour 300,000 roubles, mais maintenant on ne les obtient plus du tout. La plus grande partie des gens est en haillons. Quelques autres exemples : une chèvre coûte environ 1 million de roubles; une vache 10 millions; un verre de lait 1,000 roubles.

» La chose la plus dure est le froid de l'hiver, car le bois de chauffage manque. Les gens de notre observatoire ont utilisé les arbres de notre parc, qui nous protégeaient contre les ouragans de pluie et de neige. Maintenant, il en reste peu debout, et nous voyons arriver le prochain hiver avec appréhension.

» Mais la science nous a été d'une grande consolation en tout ceci. Nous travaillons ici autant que possible, mais la publication de manuscrits est extrêmement difficile. Trois de nos mémoires n'ont pu être imprimés depuis les deux dernières années. Le manque de plaques photographiques et de produits chimiques a entravé l'activité de nos astronomes. Il y a également absence de lumière en hiver, et nous devons passer nos soirées dans l'obscurité. On dit que la vie est devenue plus difficile dans toutes les parties du monde, mais il semble que la culture intellectuelle ne soit tombée nulle part aussi bas qu'elle l'est devenue chez nous.

» Le 12 novembre 1917 une bataille se livra sur les terrains de l'Observatoire de Pulkovo entre les cosaques et les communistes, et, en octobre 1919, un combat entre communistes et Russes blancs s'y poursuivit sans interruption pendant une semaine.

» Le sort fut assez favorable pour l'Observatoire cependant, et les bâtiments souffrirent peu, quoique les projectiles eussent éclaté en plusieurs endroits sur le sol. Les murs de la tour de l'astrographe ont été atteints, mais sans grands dommages. Les fenêtres et les circuits électriques souffrirent le plus. Nous avions eu soin de mettre en sûreté les principaux instruments et les livres de la bibliothèque. Pendant la seconde bataille, la canonnade dura nuit et jour pendant six jours. »

L'auteur de la lettre exprime alors le regret de ne pouvoir prendre part aux observations des éclipses solaires de 1922 et 1923, car, dans les conditions actuelles, il est pratiquement impossible de faire un voyage à l'étranger. Depuis 1914 il n'a pu quitter Pulkovo.

A. B.

VIENT DE PARAITRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins

---

par *Hubert TSCHUSCHNER*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

1921, en publie un long extrait, dont nous donnons la traduction ci-après : « Nous avons passé ici par des temps très durs. Je pourrais dire que nous les traversons encore, sauf que la patience et l'expérience nous ont appris à nous faire aux difficultés. 1918 fut une année particulièrement difficile et plusieurs de mes collègues de l'Académie furent incapables de supporter le manque de nourriture et moururent. A Pulkovo, la situation ne fut pas si mauvaise, parce que chaque astronome disposait d'un jardin potager d'environ 1,000 mètres carrés, que nous cultivions de nos propres mains, et nous pûmes produire ainsi assez de pommes de terre, de carottes et d'autres légumes pour nous nourrir toute l'année. Je suis très heureux que mes forces, en dépit de mes soixante-sept ans, m'aient permis de m'acquitter de ma part de ce travail. Sous tous les rapports, nous sommes devenus des Robinson Crusoe, parce que nous sommes obligés de connaître comment faire chaque chose nous-mêmes : réparer nos vêtements, nos chaussures, et tout ce qui s'use, car il est quasi impossible d'acheter du neuf, rien n'étant à avoir.

» La monnaie a à peine quelque valeur, et le pain noir, qui déjà en 1917 coûtait de 2 à 4 copecks la livre, est à 4,000 roubles maintenant et, à certaines places, à 18,000 roubles. Au commencement de 1921, nous pouvions encore acheter une paire de bottes pour 300,000 roubles, mais maintenant on ne les obtient plus du tout. La plus grande partie des gens est en haillons. Quelques autres exemples : une chèvre coûte environ 1 million de roubles; une vache 10 millions; un verre de lait 1,000 roubles.

» La chose la plus dure est le froid de l'hiver, car le bois de chauffage manque. Les gens de notre observatoire ont utilisé les arbres de notre parc, qui nous protégeaient contre les ouragans de pluie et de neige. Maintenant, il en reste peu debout, et nous voyons arriver le prochain hiver avec appréhension.

» Mais la science nous a été d'une grande consolation en tout ceci. Nous travaillons ici autant que possible, mais la publication de manuscrits est extrêmement difficile. Trois de nos mémoires n'ont pu être imprimés depuis les deux dernières années. Le manque de plaques photographiques et de produits chimiques a entravé l'activité de nos astronomes. Il y a également absence de lumière en hiver, et nous devons passer nos soirées dans l'obscurité. On dit que la vie est devenue plus difficile dans toutes les parties du monde, mais il semble que la culture intellectuelle ne soit tombée nulle part aussi bas qu'elle l'est devenue chez nous.

» Le 12 novembre 1917 une bataille se livra sur les terrains de l'Observatoire de Pulkovo entre les cosaques et les communistes, et, en octobre 1919, un combat entre communistes et Russes blancs s'y poursuivit sans interruption pendant une semaine.

» Le sort fut assez favorable pour l'Observatoire cependant, et les bâtiments souffrirent peu, quoique les projectiles eussent éclaté en plusieurs endroits sur le sol. Les murs de la tour de l'astrographe ont été atteints, mais sans grands dommages. Les fenêtres et les circuits électriques souffrirent le plus. Nous avions eu soin de mettre en sûreté les principaux instruments et les livres de la bibliothèque. Pendant la seconde bataille, la canonnade dura nuit et jour pendant six jours. »

L'auteur de la lettre exprime alors le regret de ne pouvoir prendre part aux observations des éclipses solaires de 1922 et 1923, car, dans les conditions actuelles, il est pratiquement impossible de faire un voyage à l'étranger. Depuis 1914 il n'a pu quitter Pulkovo.

A. B.



VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHEUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant tous les renseignements élémentaires pour la prévision du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur, 1

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

**Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions**

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les  
Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation  
ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant  
un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir  
par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



**ANCIENNE MAISON  
S. GECELE**

**D. AVANZO**

Successeur]

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**

*pour amateurs et professionnels*

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**



## BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                       | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Du temps et de sa mesure</i> , par Gheury de Bray.                                                                                 | 83    |
| <i>Les nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                       | 88    |
| <i>Les principes physiques de la « relativité restreinte »</i> (suite), par E. Lagrange.                                              | 97    |
| <i>Procès-verbal (séance mensuelle du 21 janvier 1922).</i>                                                                           | 101   |
| <i>Éphémérides astronomiques pour avril 1922.</i>                                                                                     | 102   |
| <i>Biographics. (Silhouettes d'astronomes contemporains</i> (suite), par A. Collard;<br><i>Henry Bourget</i> , par L. Van Aerschodt.) | 108   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                 | 114   |

---

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

---

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

---

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITE.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire, à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## DU TEMPS ET DE SA MESURE

### Temps sidéral, temps vrai, temps moyen.

La mesure du temps est basée sur la rotation diurne de la Terre et sa translation annuelle.

**Temps sidéral** (*T. Sid.*).— La méthode la plus logique en apparence de mesurer le temps est d'assimiler le jour au mouvement de rotation de la Terre. La durée de cette rotation est appelée « jour sidéral », et on peut l'obtenir très exactement au moyen des étoiles. Entre deux passages consécutifs d'une même étoile au méridien, il s'écoule toujours le même laps de temps, que l'on a divisé en vingt-quatre heures sidérales, de 60 minutes sidérales chacune de 60 secondes sidérales. Le jour sidéral commence au moment où l'équinoxe de printemps passe au méridien.

Le temps sidéral est donc l'angle horaire du point vernal.

Le temps sidéral variant d'une façon régulière, est éminemment propre à être indiqué par des appareils mécaniques, tels que nos horloges. Une particularité le fait cependant rejeter comme mesure de temps pour les besoins de la vie civile.

Soit TT' l'orbite terrestre (fig. 3).

Soit O une position du globe terrestre au moment où le Soleil S est au méridien d'un lieu A, donc, à midi à ce lieu.

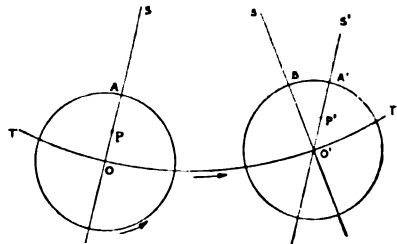
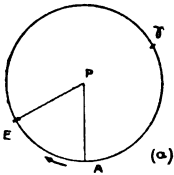


FIG. 3.

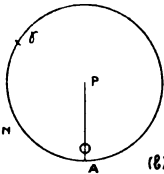
Après une révolution sur elle-même, la Terre ayant avancé en même temps sur son orbite se trouvera en O', et le méridien OA du lieu se trouvera en O'A', dans une position parallèle à lui-même. Mais par suite du mouvement de translation OO' du globe, le Soleil est rejeté par la perspective en S; donc, pour que A ait le Soleil au méridien, pour qu'il soit midi au lieu A, la Terre doit encore tourner de l'angle SO'S'. Le temps sidéral est donc en avance par rapport au Soleil, du temps que le point A met à parcourir l'angle SO'S'. Ce fait se représentant tous les jours, après deux jours le temps sidéral sera en avance de deux fois cet angle; après trois jours, de trois fois cet angle, et ainsi de suite; lorsque la Terre aura effectué la moitié de sa trans-

lation annuelle, le temps sidéral différera de douze heures sidérales avec le temps du passage du Soleil au méridien ; lorsque la Terre sera revenue à son point de départ, les deux temps coïncideront à nouveau mais les nombres de jours civils et sidéraux différeront d'une unité, la Terre ayant fait, fraction par fraction, un tour sur elle-même de plus que le nombre de jours civils écoulés durant sa translation. On voit que si le temps sidéral était employé dans la vie civile, le phénomène du jour et de la nuit n'aurait aucune relation constante avec le temps, le Soleil passant au méridien chaque jour avec un certain retard par

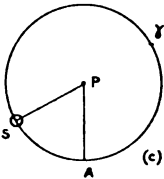
rapport au jour précédent, et ce passage au méridien pouvant se produire à toutes les heures de zéro à vingt-quatre.



(a)



(b)



(c)

FIG. 4.

Le temps sidéral, impropre aux usages de la vie courante, est par contre employé dans tous les Observatoires comme s'accordant avec tous les phénomènes astronomiques causés par la rotation de notre globe. C'est par un mécanisme réglé sur le temps sidéral que les équatoriaux sont animés d'un mouvement rigoureusement équivalent au mouvement terrestre et, en sens contraire, de façon à rendre l'observation indépendante du mouvement de la Terre qui emporte l'instrument et l'observateur, et à maintenir l'astre que l'on observe immobile dans le champ du télescope.

On voit, par ce qui précède, que l'angle horaire d'une étoile est l'intervalle de temps sidéral écoulé depuis le passage de cette étoile au méridien.

On voit également que l'angle horaire d'une étoile est égal au temps sidéral diminué de l'ascension droite de cette étoile.

En effet, soit  $AE\gamma$  (fig. 4a), l'équateur céleste, A étant le point où le plan du méridien du lieu coupe l'équateur céleste, P étant le pôle céleste et E l'étoile considérée, l'angle horaire est représenté par  $EPA$  et mesuré par  $EA$ . L'arc  $\gamma E$  est l'ascension droite de l'étoile, l'arc  $\gamma EA$  est le temps sidéral. On voit donc que l'on a bien

$$A \text{ Horaire} = T. \text{ Sid.} - AR.$$

Remarque :  $24 \text{ h. T. Sid.} = 360^\circ$ . Or,  $24 \text{ h. AR} = 360^\circ$ . Les ascensions droites sont donc exprimées en temps sidéral.

**Temps vrai** ( $T_v$ ). — Le jour vrai est l'intervalle entre deux passages consécutifs du Soleil au méridien. Le midi vrai est le temps du passage du centre du Soleil au méridien. Nous avons vu que le jour vrai était plus long que le jour sidéral d'un certain laps de temps que prenait le globe terrestre pour pivoter de l'angle  $SOS'$ . Or, cet angle n'est pas constant. En effet, nous avons vu que la vitesse de la Terre sur son orbite n'est pas constante, la variation de cette vitesse obéissant à la première loi de Kepler. Selon que, en vingt-quatre heures sidérales, la Terre s'est déplacée plus ou moins, l'angle  $SO'S'$  sera évidemment plus ou moins ouvert, et le temps que la Terre mettra à pivoter de cet angle sera lui-même plus ou moins long. La différence entre le jour vrai et le jour sidéral est donc variable. Or, la durée du jour sidéral est fixe, constante, invariable, donc la durée du jour vrai est variable, et si on divisait le jour vrai en heures, minutes, secondes, ces divisions ne seraient pas constantes et varieraient tous les jours : elles seraient absolument impropres à la mesure du temps.

Si on divise l'intervalle entre deux passages consécutifs du Soleil au méridien en vingt-quatre heures de 60 minutes de 60 secondes, le temps vrai à un moment du jour astronomique considéré est l'angle horaire du Soleil à ce moment, exprimé en heures, minutes et secondes de temps vrai.

A midi, le Soleil passe au méridien; le temps sidéral étant l'angle horaire de l'équinoxe de printemps, si  $AN\gamma$  (fig. 4 b) représente l'équateur céleste, et A le point où le plan du méridien du lieu coupe l'équateur céleste,  $AN\gamma$  est le temps sidéral à ce moment, donc le temps sidéral à midi vrai. Mais  $\gamma NA$  est l'ascension droite du Soleil.

On a donc :

$$T. \text{ Sid. midi vrai} = AR \odot.$$

On a également, si  $\gamma AS$  (fig. 4 c) est l'équateur céleste, A le point où le plan du méridien du lieu le coupe,  $\gamma$  l'équinoxe de printemps et S le Soleil à un moment quelconque :

$\gamma SA$  = temps sidéral au temps vrai correspondant à la position de S considérée :

$\gamma S$  = ascension droite du Soleil.

$APS$  = angle horaire du Soleil ou temps vrai.

Si nous exprimons  $APS$  en temps sidéral, c'est-à-dire si nous remplaçons le temps vrai par le temps qu'aurait mis la Terre à pivoter de l'angle  $APS$ ; l'angle  $SPA$  n'a pas changé.

Nos trois éléments  $\gamma SA$ ,  $\gamma S$  et  $APS$  sont exprimés en fonction de la même unité, et on a :

$$\gamma SA - APS = \gamma S$$

ou

$$T. Sid. - T. vrai (en temps sidéral) = AR \odot.$$

**Temps moyen.** — On a vu que le temps vrai est impropre aux usages de la vie civile. Examinons les causes de la variation en durée du jour civil qui nous forcent à le rejeter. Les irrégularités dans la marche de la Terre étant reproduites fidèlement par la marche apparente du Soleil dans l'écliptique, comme la vitesse de la Terre sur son orbite n'est pas constante, la vitesse de la marche apparente du Soleil sur l'écliptique varie dans les mêmes proportions. Sa longitude varie donc irrégulièrement, sa variation pour un même laps de temps étant plus grande lorsque la Terre est au périhélie, plus petite lorsqu'elle est à l'aphélie. De plus, le Soleil se mouvant dans l'écliptique, et les ascensions droites étant comptées sur l'équateur céleste, et ces deux grands cercles étant inclinés l'un sur l'autre, le Soleil eût-il une variation régulière de longitude, la variation en ascension droite n'en varierait pas moins irrégulièrement. En effet, à  $90^\circ$  du point d'intersection de l'écliptique et de l'équateur céleste, les cercles peuvent être considérés comme parallèles sur une étendue d'arc infiniment petite; à ce point, un très petit arc d'écliptique se projettera donc en vraie

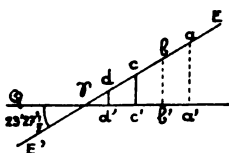


FIG. 5.

grandeur sur l'équateur céleste, et si ce petit arc est la variation en longitude du Soleil, sa projection, variation en ascension droite, lui sera égale. Au point d'intersection des deux grands cercles (fig. 5), au contraire, l'inclinaison de deux petits arcs appartenant respectivement à chacun d'eux, est maximum, si  $ab$ ,  $bc$ ,  $cd$ ,  $d\gamma$  sont les variations de longitude du Soleil se mouvant sur l'écliptique  $EE'$ ,  $a'b'$ ,  $b'c'$ ,  $c'd'$ ,  $d'\gamma$  seront les variations correspondantes des ascensions droites mesurées sur l'équateur  $QQ'$ . On voit qu'elles sont plus petites que les variations correspondantes de la longitude.

Il se pourrait que la variation en longitude suive une loi telle que les variations en ascensions droites soient constantes. Le fait pourrait se produire si la marche en longitude du Soleil était ralentie vers les équinoxes; or, en supposant que l'aphélie coïncide avec l'un des points équinoxiaux, le périhélie coïnciderait avec l'autre, et les irrég-



gularités de variation en ascension droite, peut-être annulées au premier point, seraient doublées au second. On voit donc que la variation en ascension droite du Soleil est bien des plus irrégulière.

On a vu :

$$T. Sid. - T. vrai = AR \odot.$$

ou bien :

$$T. vrai = T. Sid. - AR \odot.$$

Le temps sidéral varie d'une façon continue; si donc l'ascension droite du Soleil variait d'une façon continue, le temps vrai varierait, lui aussi, d'une façon continue, et serait propre à être indiqué par des appareils mécaniques. On pourrait donc régler les horloges de façon à l'indiquer.

Puisque la variation régulière du temps ne dépend que d'une variation régulière en ascension droite, on a convenu d'adopter un Soleil fictif dont la variation en ascension droite serait constante et dont le passage au méridien déterminerait le midi que doivent indiquer les horloges.

De plus, pour que le temps indiqué par les horloges corresponde le plus possible avec les phénomènes astronomiques qui nous sont familiers, on a décidé de placer ce point dans un lieu du Ciel tel qu'il soit toujours dans le voisinage du Soleil, de façon à ce que l'intervalle de temps entre midi vrai et midi tel qu'il est indiqué par les horloges, soit le plus petit possible.

On a donc fait les conventions suivantes :

On a choisi un point fictif coïncidant avec le Soleil vrai au périhélie, se mouvant sur l'écliptique dans le même sens et dans la même période de temps, mais avec une vitesse uniforme. On lui a donné le nom de « Soleil moyen dynamique ».

On a adopté ensuite un second point fictif, se mouvant sur l'équateur, de façon à ce que son ascension droite soit toujours égale à la longitude du Soleil moyen dynamique.

On lui a donné le nom de « Soleil moyen astronomique » ou, plus simplement, « Soleil moyen » ( $\odot m$ ).

Le mouvement en longitude du Soleil moyen dynamique étant uniforme, le mouvement en ascension droite du Soleil moyen astronomique est également uniforme.

On a donc obtenu, par son mouvement, une mesure de temps uniforme.

On appelle « midi moyen » le moment où le Soleil moyen passe au méridien. L'intervalle entre deux midis moyens est divisé en

vingt-quatre heures de 60 minutes de 60 secondes de temps moyen. Le temps moyen (T. m.) est le temps écoulé depuis le passage au méridien du Soleil moyen, exprimé en temps moyen. C'est l'angle horaire du Soleil moyen.

Les jours artificiels sont des périodes de douze heures de temps moyen. Les jours civils et astronomiques sont des périodes de vingt-quatre heures de temps moyen.

Pour que le temps vrai soit exprimé d'une façon uniforme, on admet que les heures, minutes et secondes de temps vrai soient constantes et égales aux heures, minutes et secondes de temps moyen. Le temps vrai est donc le nombre d'heures, minutes et secondes de temps moyen écoulés depuis le passage du Soleil vrai au méridien.

Si l'on compare le temps sidéral au temps moyen, on voit que le jour sidéral est plus court que le jour moyen de 3 minutes 56 secondes. Le jour sidéral est donc de 23 h. 56 m. 4 s. T. m.

On a donc :

$$24 \text{ h. T. Sid.} = 23 \text{ h. 56 m. 4 s. T. m.}$$

La différence entre un intervalle de temps sidéral et l'intervalle de temps moyen équivalent est appelée « accélération du temps moyen » ou « retard du temps sidéral ».

(A suivre.)

GHEURY DE BRAY,  
*membre de la Société belge d'Astronomie.*

---

## LES NÉBULEUSES

(Suite) <sup>(1)</sup>.

La situation était telle au XVII<sup>e</sup> siècle, lorsque Descartes (1596-1650) s'attaqua à l'ancien dogmatisme.

Toutes les sciences de son temps ne lui donnent aucune connaissance *claire et assurée*; les principes n'en sont pas solidement établis, leur exposé manque de méthode. Il veut les rénover complètement et y introduire des éléments nouveaux.

Mathématicien de génie et philosophe, il établit un ensemble de doctrines qu'il applique non seulement à l'Astronomie, mais à toutes les sciences, et qui font de lui le fondateur glorieux de la philosophie contemporaine.

---

(1) Voir *Ciel et Terre*, février 1922. — *Erratum* p. 40, renvoi, ligne 7 en remontant, lire : « Les télescopes de *Marius* et de..., au lieu de *Marines*... »

Il renouvelle la géométrie, en inventant la géométrie analytique (application de l'algèbre à la géométrie). Toutes les propriétés géométriques peuvent se traduire par des relations numériques. Il « fournit » aux mathématiciens des méthodes générales qui, jusqu'ici, leur » avaient manqué et dont le défaut avait souvent frappé de stérilité » leurs plus louables efforts. Cette idée fut en quelque sorte la pré- » face nécessaire aux célèbres inventions newtoniennes (1) ».

Résumons les idées exposées dans sa théorie des *tourbillons* (théorie tourbillonnaire) expliquant la formation du monde. Dans la nature, il n'y a que matière et mouvement. La matière se confond avec l'idée d'étendue et d'espace; et comme celui-ci est infini, la matière l'est également. Concevoir le vide dans l'espace est une absurdité. L'air qui entoure la Terre est un fluide matériel. Mais l'espace céleste contient un élément plus subtil que l'air, c'est *l'éther* insaisissable, dont les parties sont animées de mouvements excessivement rapides, vibrations ou ondulations. L'étendue ou l'espace étant divisible à l'infini, la matière l'est aussi; l'atome n'est que le produit chimérique de notre imagination. La quantité de mouvement de l'univers reste invariable, de même que la quantité de matière. Dans un monde ainsi rempli, le mouvement rectiligne ne saurait se maintenir; le mouvement n'est possible que suivant des lignes courbes. Partout la matière est identique à elle-même; ses différentes propriétés sont la conséquence des divisions multiples qu'elle a subies en suite de l'impulsion qui lui a été donnée par Dieu, dans différents sens, impulsion qui se communique à toutes ses parties proportionnellement à leurs masses.

Il en résulte une inégalité des premiers mouvements et une dispersion de la matière; la masse ne tourne pas autour d'un centre unique, mais ses subdivisions se meuvent autour de centres irrégulièrement dispersés. L'un de ces tourbillons a formé le système solaire; dans l'espace, il y a un nombre infini de tourbillons semblables, ils sont l'origine des étoiles. L'état des corps, dur (solide), fluide (gazeux) ou liquide, dépend non pas d'une force ou vertu spécifique quelconque qui, semblable à un ciment, en réunit les parties constituantes, mais du plus ou moins de mobilité de ces parties l'une par rapport à l'autre.

Descartes n'était pas un grand expérimentateur. Les expériences élémentaires qu'il a pu réaliser et le peu d'avancement relatif des sciences, à son époque, ne lui permettaient pas d'appuyer ses théories

---

(1) J. BOYER, *Histoire des mathématiques*, p. 115. Paris, 1900.

de démonstrations probantes ou de leur donner comme base un ensemble de faits, suffisamment nombreux et bien établis. Bon nombre de lois ou de suggestions présentées par lui, ont été reconnues erronées. Il en est ainsi, par exemple, de ce qu'il dit des planètes qui, d'après lui, se déplacent dans des sphères liquides.

Mais ses conceptions avaient le mérite de ramener les mouvements des corps célestes à des actions mécaniques compréhensibles, et de rejeter les influences occultes admises jusqu'alors. Elles donnent d'ailleurs encore des explications plausibles d'autres phénomènes naturels, ayant conservé leur valeur, ou plutôt dont la valeur n'a été appréciée que de nos jours ; tel est le cas en géologie.

Les doctrines de Descartes furent vivement attaquées. Dans l'Eglise catholique comme dans l'Eglise protestante ou luthérienne, il se trouva des dignitaires pour les combattre, mais d'autres aussi pour les défendre. Leur enseignement fut interdit à la Sorbonne, à Paris, et elles furent condamnées par la Congrégation de l'Index à Rome, en 1663, tout comme le fut le livre de Copernic. Mais les théories de l'illustre mathématicien et philosophe français furent admises avec enthousiasme par les savants les plus éminents de son temps, dans la plupart des pays. Plus tard, Newton les rejeta, mais elles avaient acquis un tel crédit en Angleterre, que les principes de la gravitation universelle, accueillis avec faveur par des célébrités scientifiques, ne parvinrent à les remplacer que lentement.

Quoique presque entièrement abandonnées dans la suite et tombées en quelque sorte dans l'oubli, au moins au point de vue scientifique, on ne peut s'empêcher de se les rappeler, en songeant au rôle attribué à l'éther, depuis moins d'un siècle, dans l'explication des phénomènes de la lumière, de la chaleur et de l'électricité. Et que penser des conceptions toutes récentes de l'atome ? En Astronomie, ne sont-ce pas les tourbillons de la matière qui produisent les taches du Soleil et d'autres phénomènes dont le siège se trouve dans son atmosphère ? Dans les hypothèses météoritiques préconisées par Lockyer, pour expliquer la formation des astres, au fond, les théories cartésiennes sont mises à contribution. Et, comme nous le verrons plus loin, celles-ci se présentent invinciblement à l'esprit, en les amendant d'après les données actuelles de la science, lorsqu'il s'agit des nébuleuses, et notamment des nébuleuses spirales, et des faits si intéressants découverts par les astronomes américains, depuis une vingtaine d'années, grâce au puissant outillage et à l'organisation de leurs observatoires.

Comme je viens de le dire, Descartes avait maintenu les sphères liquides dans son système du monde. Il n'avait pas connaissance, à ce moment, de la troisième loi relative aux révolutions des planètes autour du Soleil, loi trouvée par Kepler en 1618, neuf années après les deux premières, mais le grand géomètre-philosophe français avait entrevu les actions exercées par les corps célestes, les uns sur les autres.

Dès 1577, Tycho-Brahé avait établi, par l'observation des trajectoires des comètes, qui traversent l'espace en tous sens, que rien ne s'oppose à leur marche. Képler, en déterminant par les trois lois qui portent son nom, les mouvements des planètes, avait proclamé définitivement l'inexistence de sphères solides ou liquides dans le ciel : « *les planètes accomplissent leurs révolutions dans l'éther pur comme les oiseaux dans l'air* ». Presque en même temps, Galilée révèle les lois principales de la chute des corps et présente une première ébauche du mouvement pendulaire. Huyghens, après lui, développe les lois de ce mouvement, et fait connaître celles de la force centrifuge. Le terrain était préparé pour de nouvelles découvertes. Quelle force fait donc mouvoir les astres ?

Les lois de Kepler sont purement cinématiques, c'est-à-dire qu'elles décrivent uniquement les trajectoires des planètes ; elles ne font pas connaître la ou les causes qui produisent ces mouvements. L'idée qu'une force agissante doit exister, avait été émise avant le XVII<sup>e</sup> siècle. Elle fut exposée d'une manière assez approfondie par plusieurs contemporains de Newton ; mais ils ne purent la concrétiser, ni en donner la démonstration mathématique nécessaire.

Ce fut Isaac Newton (1642-1727) qui découvrit la dynamique des corps célestes — tout au moins de ceux composant le système solaire ; il fut ainsi le fondateur de l'Astronomie mathématique moderne.

Mathématicien et physicien, on lui doit la théorie des fluxions, qui forme la base de ce que l'on appelle maintenant le calcul infinitésimal (calcul différentiel et calcul intégral). L'éminent philosophe allemand Leibnitz (1646-1716) était arrivé au même résultat et avait publié brièvement les principes de l'invention avant Newton, mais il est prouvé que ces deux grands hommes les ont trouvés, l'un à l'insu de l'autre. Le fond de leur travail est le même, mais les détails diffèrent. Disons que la notation de Leibnitz est la seule suivie de nos jours.

Newton professe d'abord l'optique à l'Université de Cambridge. Il

de démonstrations probantes ou de leur donner comme base un ensemble de faits, suffisamment nombreux et bien établis. Bon nombre de lois ou de suggestions présentées par lui, ont été reconnues erronées. Il en est ainsi, par exemple, de ce qu'il dit des planètes qui, d'après lui, se déplacent dans des sphères liquides.

Mais ses conceptions avaient le mérite de ramener les mouvements des corps célestes à des actions mécaniques compréhensibles, et de rejeter les influences occultes admises jusqu'alors. Elles donnent d'ailleurs encore des explications plausibles d'autres phénomènes naturels, ayant conservé leur valeur, ou plutôt dont la valeur n'a été appréciée que de nos jours ; tel est le cas en géologie.

Les doctrines de Descartes furent vivement attaquées. Dans l'Eglise catholique comme dans l'Eglise protestante ou luthérienne, il se trouva des dignitaires pour les combattre, mais d'autres aussi pour les défendre. Leur enseignement fut interdit à la Sorbonne, à Paris, et elles furent condamnées par la Congrégation de l'Index à Rome, en 1663, tout comme le fut le livre de Copernic. Mais les théories de l'illustre mathématicien et philosophe français furent admises avec enthousiasme par les savants les plus éminents de son temps, dans la plupart des pays. Plus tard, Newton les rejeta, mais elles avaient acquis un tel crédit en Angleterre, que les principes de la gravitation universelle, accueillis avec faveur par des célébrités scientifiques, ne parvinrent à les remplacer que lentement.

Quoique presque entièrement abandonnées dans la suite et tombées en quelque sorte dans l'oubli, au moins au point de vue scientifique, on ne peut s'empêcher de se les rappeler, en songeant au rôle attribué à l'éther, depuis moins d'un siècle, dans l'explication des phénomènes de la lumière, de la chaleur et de l'électricité. Et que penser des conceptions toutes récentes de l'atome ? En Astronomie, ne sont-ce pas les tourbillons de la matière qui produisent les taches du Soleil et d'autres phénomènes dont le siège se trouve dans son atmosphère ? Dans les hypothèses météoritiques préconisées par Lockyer, pour expliquer la formation des astres, au fond, les théories cartésiennes sont mises à contribution. Et, comme nous le verrons plus loin, celles-ci se présentent invinciblement à l'esprit, en les amendant d'après les données actuelles de la science, lorsqu'il s'agit des nébuleuses, et notamment des nébuleuses spirales, et des faits si intéressants découverts par les astronomes américains, depuis une vingtaine d'années, grâce au puissant outillage et à l'organisation de leurs observatoires.

Comme je viens de le dire, Descartes avait maintenu les sphères liquides dans son système du monde. Il n'avait pas connaissance, à ce moment, de la troisième loi relative aux révolutions des planètes autour du Soleil, loi trouvée par Kepler en 1618, neuf années après les deux premières, mais le grand géomètre-philosophe français avait entrevu les actions exercées par les corps célestes, les uns sur les autres.

Dès 1577, Tycho-Brahé avait établi, par l'observation des trajectoires des comètes, qui traversent l'espace en tous sens, que rien ne s'oppose à leur marche. Képler, en déterminant par les trois lois qui portent son nom, les mouvements des planètes, avait proclamé définitivement l'inexistence de sphères solides ou liquides dans le ciel : *« les planètes accomplissent leurs révolutions dans l'éther pur comme les oiseaux dans l'air »*. Presque en même temps, Galilée révèle les lois principales de la chute des corps et présente une première ébauche du mouvement pendulaire. Huyghens, après lui, développe les lois de ce mouvement, et fait connaître celles de la force centrifuge. Le terrain était préparé pour de nouvelles découvertes. Quelle force fait donc mouvoir les astres ?

Les lois de Kepler sont purement cinématiques, c'est-à-dire qu'elles décrivent uniquement les trajectoires des planètes ; elles ne font pas connaître la ou les causes qui produisent ces mouvements. L'idée qu'une force agissante doit exister, avait été émise avant le XVII<sup>e</sup> siècle. Elle fut exposée d'une manière assez approfondie par plusieurs contemporains de Newton ; mais ils ne purent la concrétiser, ni en donner la démonstration mathématique nécessaire.

Ce fut Isaac Newton (1642-1727) qui découvrit la dynamique des corps célestes — tout au moins de ceux composant le système solaire ; il fut ainsi le fondateur de l'Astronomie mathématique moderne.

Mathématicien et physicien, on lui doit la théorie des fluxions, qui forme la base de ce que l'on appelle maintenant le calcul infinitésimal (calcul différentiel et calcul intégral). L'éminent philosophe allemand Leibnitz (1646-1716) était arrivé au même résultat et avait publié brièvement les principes de l'invention avant Newton, mais il est prouvé que ces deux grands hommes les ont trouvés, l'un à l'insu de l'autre. Le fond de leur travail est le même, mais les détails diffèrent. Disons que la notation de Leibnitz est la seule suivie de nos jours.

Newton professe d'abord l'optique à l'Université de Cambridge. Il

démontre que la lumière blanche du Soleil est la résultante de la réunion de rayons diversement colorés (spectre solaire). En décomposant la lumière solaire au moyen du prisme, il fournit la première notion de la spectroscopie, qui est devenue le principal moyen d'investigation de l'Astrophysique. Il s'occupe de la double réfraction, de la polarisation de la lumière, il complète la théorie de l'arc-en-ciel, due à Descartes, en déterminant avec exactitude les causes physiques de sa production. Il invente le télescope à réflexion, ou à miroir (1672), ainsi qu'un sextant réflecteur. Il explique les phénomènes lumineux par la *théorie de l'émission*, qui suppose que les corps lumineux envoient en ligne directe, dans toutes les directions, des corpuscules impondérables, infiniment petits, animés d'une vitesse extrême et qui choquent les corps qu'ils frappent. A cette théorie a été substituée, plus tard, celle *des ondulations*, encore en honneur de nos jours.

C'est dans son admirable ouvrage : *Les Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*, qu'il fait connaître les lois de la mécanique céleste ou, en d'autres termes, la théorie de la *gravitation universelle* (1687). « Le livre des *Principes* est, pour qui sait le comprendre, l'un des chefs-d'œuvre et peut-être le plus grand effort de la pensée humaine. La dignité des résultats est incomparable, comme leur précision et leur certitude, et l'immense talent, évidemment accessoire à ses yeux, que Newton y déploie comme géomètre, porte sa grandeur au plus haut point (1). »

Dans sa forme finale, le principe de la gravitation universelle peut s'énoncer ainsi : *Chaque particule de matière attire toute autre particule de matière, et l'effort entre ces particules est proportionnel au produit de leur masse, divisé par le carré de la distance qui les sépare*. On peut encore l'exprimer comme suit : *Chaque molécule de matière attire toutes les autres en raison directe de sa masse et en raison inverse du carré de sa distance à la molécule attirée*.

La *Pesanteur* — tendance de tous les corps à choir vers la Terre — est identique à la gravitation universelle, dont elle n'est qu'un cas particulier.

C'est l'action de la gravitation universelle qui produit les révolutions des planètes autour du Soleil, et celles des satellites (lunes) autour de leurs planètes. Son principe permet d'expliquer : la forma-

---

(1) J. BERTRAND, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, *Les fondateurs de l'Astronomie moderne*. Paris, 1865.



tion des marées due à l'attraction du Soleil et de la Lune; l'aplatissement des pôles terrestres amené par la combinaison des effets de la gravitation et de la force centrifuge résultant de la rotation de notre globe; les phénomènes de la précession et de la nutation provenant des troubles provoqués dans les mouvements de l'axe terrestre sous la double influence du Soleil et de la Lune; les nombreuses irrégularités dans les déplacements de la Lune autour de la Terre; les légères perturbations dans la marche des planètes en suite de l'attraction mutuelle de ces corps; l'influence exercée sur la course des comètes dans l'espace, laquelle ne peut plus être considérée comme s'effectuant au hasard.

Demandons-nous, maintenant, pourquoi le Soleil n'a pas occupé, dès l'origine, le centre du système qu'il commande en quelque sorte, et pourquoi les planètes ne suivent pas des orbites d'excentricité nulle, c'est-à-dire des cercles parfaits?

Les corps célestes d'un système circulent autour du *centre de gravité de l'ensemble de ce système*. Nous entendons par système, l'ensemble des corps célestes qui sont liés entre eux par la force qui les fait graviter autour de leur centre de gravité commun. Notre Soleil, avec son cortège de grandes et de petites planètes, forme un système. Dans celui-ci il y en a d'autres *secondaires* : les grandes planètes forment chacune, avec leurs satellites, un système secondaire dont le centre commun est placé dans la grande planète qui en commande les mouvements et ce, uniquement, parce que la masse de cette dernière l'emporte notablement sur celle de ses satellites. Tel est le cas pour la Terre avec son satellite, la Lune; de Mars avec ses deux, de Jupiter avec ses neuf, de Saturne avec ses dix, de Uranus avec ses quatre et de Neptune avec son unique satellite connu; jusqu'ici on n'a pas découvert de satellite de Vénus et de Mercure. Ces satellites gravitent autour du centre d'effort (ou d'attraction) de leur système particulier, et chaque système particulier est lui-même soumis à l'action du centre de gravité du système général — disons pour nous le système solaire — dont il fait partie. Ce centre de gravité ne doit pas *forcément être au centre de l'astre-chef du système général*. Le centre de gravité du système particulier Terre-Lune se déplace constamment. C'est une question de densité et de position des masses en présence dans un même système, et *c'est le centre de gravité de l'ensemble de ces masses qui est le pivot autour duquel le système gravite*.

Pour le système solaire entier, les planètes ne tournent pas forcément autour du Soleil, en tant que Soleil, mais bien autour du centre de gravité de toutes les masses réunies des corps constituant le système. Et comme la masse du Soleil l'emporte considérablement sur celle de tous les autres corps réunis, il se fait que ce centre de gravité commun tombe dans l'astre central que nous nommons Soleil. Mais il peut arriver que, par suite de la position des planètes, surtout des grosses planètes pendant leur course autour de l'astre central, le centre de gravité se trouve au delà de celui-ci, donc en dehors du Soleil. Le centre de ce dernier n'est donc pas forcément le centre du système solaire, pas plus que le centre de la Terre n'est le centre de gravité du système particulier qu'elle forme avec la Lune.

Nous avons déjà là une première cause qui doit empêcher la courbe décrite par les planètes, ou satellites, autour d'un astre plus ou moins central, d'être de forme parfaitement circulaire. C'est la position de ce centre d'action (ou d'attraction) à l'un des foyers de l'orbite et la variation de la force qui agit sur une planète, ou satellite, en raison inverse du carré de la distance qui détermineront la forme plus ou moins elliptique de cette orbite. Si j'ai insisté sur ces conséquences du principe de la gravitation, c'est que nous aurons à y revenir dans la suite, en parlant des nébuleuses.

En raison des énormes distances qui séparent notre Soleil des autres étoiles, le système qu'il forme peut être considéré, pratiquement, comme isolé dans l'espace et ne pas être soumis à l'influence des systèmes dont elles sont également le centre.

Newton combattit les théories tourbillonnaires de Descartes. Cependant, la constitution du système solaire (et des systèmes sidéraux bien connus), est giratoire, et en rejetant de façon absolue les idées cartésiennes, il en arriva à devoir déclarer que les mouvements de ce système n'étaient pas dus à des causes mécaniques.

Y a-t-il réellement *attraction* entre les corps? Newton a conclu que *les choses se passent comme si le Soleil attirait les planètes*, mais il n'a pas affirmé qu'il y avait réellement attraction de la matière.

Quand on parle de l'action ou de l'effort exercé par les corps, à courte ou à grande distance, on dit communément que tous les corps s'attirent. Le mot *attraction* est commode pour exprimer cette action

mutuelle, réciproque : il fait image mais, dans la doctrine newtonienne, rien ne prouve qu'il réponde à une réalité. Les corps gravitent, ils tendent les uns vers les autres, en raison de leurs masses, mais on ignore s'il y a réellement attraction. Cette action s'exerce-t-elle au travers du vide de l'espace sans aucun intermédiaire ? Dans une lettre du 25 février 1692 adressée à Bentley, Newton s'exprimait ainsi :

« Que la gravité soit innée et essentielle à la matière, de telle sorte qu'un corps puisse agir sur un autre à distance, à travers le vide, sans l'intermédiaire de quelque chose, par quoi et à travers quoi leur action et leur force puisse être transportée de l'un à l'autre, est pour moi une si grande absurdité que je crois qu'aucun homme capable de penser, avec quelque compétence, sur les sujets philosophiques ne pourra jamais y tomber. La gravité doit être causée par un agent agissant d'une manière continue selon certaines lois, mais cet agent est-il matériel ou immatériel ? C'est ce que j'ai laissé à l'appréciation de mes lecteurs. »

La première édition du livre des *Principes* est de 1687, la deuxième de 1713, la troisième de 1726, et il en a paru une quatrième en 1822. Or, dans cette troisième édition il y a une préface d'un jeune mathématicien, nommé Cotes, qui, contrairement à l'affirmation de Newton (celui-ci mourut en 1727), soutint hardiment que *l'attraction est inhérente à la matière, au même titre que l'inertie ou l'impénétrabilité*.

\* \* \*

C'est cette suggestion de Newton de l'existence d'un milieu remplissant l'espace, qui a fait naître l'idée de l'« *éther* » (idée déjà présentée sous une autre forme par Descartes), remplissant le rôle d'agent physique transporteur, propagateur de force (le mot *éther* a été employé par les philosophes grecs de l'antiquité, mais sans lui donner le sens, ni la portée qui lui ont été reconnus depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle). Cette hypothèse a acquis plus de poids au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque la théorie ondulatoire de la lumière et celle de l'électromagnétisme ont été admises. Le rôle attribué à l'éther dans la manifestation des phénomènes physiques a suivi, depuis moins d'un siècle, tous les avatars de leurs théories. C'est ainsi que l'hypothèse de champs de force électrique et magnétique a pris naissance. Par analogie, on a admis l'existence du champ de gravitation.

Mais il y a une différence fondamentale entre le champ de gravitation, d'une part, et les champs électriques et magnétiques, d'autre part. Le premier a une propriété extrêmement importante qui manque aux deux autres. C'est que les déplacements des corps soumis exclu-

sivement à l'influence du champ de gravitation (ou de pesanteur), subissent une accélération qui est *tout à fait indépendante de la matière et de l'état physique du corps attiré*. Dans le vide, la chute d'un morceau de plomb ou d'un morceau de papier s'effectue avec la même vitesse, si ces corps ont été abandonnés à eux-mêmes en même temps.

Les diverses interprétations du rôle, ou des attributs de l'éther ont surtout été marquantes depuis les travaux de Maxwell, de H. Hertz, de H.-A. Lorentz et de Mach. Dans la théorie de la relativité restreinte de Einstein, l'éther n'intervient pas, il est laissé de côté. Par contre, dans la théorie de la relativité généralisée, qui est une extension et une transformation partielle de la relativité restreinte, et qui concerne surtout l'Astronomie, l'éther entre en jeu. Laissons ici la parole à l'auteur de la théorie; il conclut ainsi :

Si nous considérons le champ de gravitation et le champ électromagnétique du point de vue de l'hypothèse de l'éther, il existe en principe entre les deux une différence notable. Aucun espace, et aussi aucune partie d'espace, sans potentiels de gravitation, car ceux-ci lui confèrent ses propriétés métriques (1), sans lesquelles il ne pourrait en aucune façon être conçu. L'existence du champ de gravitation est intimement liée à l'existence de l'espace. On peut, par contre, très bien imaginer une partie de l'espace sans champ électromagnétique. Le champ électromagnétique, à l'opposé du champ de gravitation, ne semble par conséquent être lié à l'éther que d'une façon accessoire pour ainsi dire, étant donné que la nature formelle du champ électromagnétique n'est encore nullement déterminée par celle de l'éther gravitatif. D'après l'état actuel de la théorie, on dirait que le champ électromagnétique est basé, par rapport au champ de gravitation, sur un motif formel complètement nouveau, et que la nature, au lieu de douer l'éther gravitatif de champs du type électromagnétique, aurait aussi bien pu le douer de champs d'un type tout à fait différent, par exemple, de champs d'un potentiel scalaire (1).

Et comme, d'après nos conceptions actuelles, les particules élémentaires de la matière ne sont autre chose dans leur essence que des condensations du champ électromagnétique, notre représentation actuelle du monde reconnaît deux réalités qui, tout en étant liées par la connexion causale, sont logiquement complètement séparées l'une de l'autre : ce sont l'éther gravitatif et le champ électromagnétique, ou, comme on pourrait les appeler encore, *espace et matière*.

Ce serait naturellement un progrès bien considérable, si l'on réussissait à réunir en une représentation unique le champ de gravitation et le champ électromagnétique. C'est alors seulement que l'ère de la physique mathématique, inaugurée par Faraday et Maxwell, aboutirait à un résultat satisfaisant. Alors l'opposition *éther-matière* s'évanouirait et toute la physique représenterait le même système cohérent d'idées que la géométrie, la cinématique et la théorie de la gravitation, au

---

(1) Pour l'interprétation donnée par Einstein à ces mots, voir les ouvrages traitant de la relativité.

moyen de la théorie de la relativité générale. Un essai extrêmement ingénieux a été tenté dans ce sens par le mathématicien H. Weyl (1); je ne crois pas cependant que sa théorie puisse se maintenir en face de la réalité. Nous ne devons pas, en outre, en pensant au proche avenir de la physique mathématique, écarter sans autre façon la possibilité que les faits accumulés par la théorie des quanta (2) pourraient dresser, devant la théorie des champs, des limites infranchissables.

En résumant, nous pouvons dire : D'après la théorie de la relativité générale, l'espace est doué de propriétés physiques ; dans ce sens, par conséquent, un éther existe. Selon la théorie de la relativité générale un espace sans éther est inconcevable, car non seulement la propagation de la lumière y serait impossible, il n'y aurait même aucune possibilité d'existence pour les règles de mesure et les horloges (3), et, par conséquent, aussi pour les distances spatio-temporelles dans le sens de la physique. Cet éther ne doit cependant pas être conçu comme étant doué de la propriété qui caractérise les milieux pondérables, c'est-à-dire comme constitué de parties pouvant être suivies dans le temps : la notion de mouvement ne doit pas lui être appliquée (4).

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

## LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA « RELATIVITÉ RESTREINTE ».

(Suite.)

### V

Les connaissances acquises par les observateurs attachés à chacun de nos deux systèmes, O et O', en mouvement relatif l'un par rapport à l'autre, vont leur permettre réciproquement, sans quitter dorénavant le milieu avec lequel ils sont transportés, de connaître les phénomènes qu'observe leur collègue de O ou de O' en prenant comme point de départ l'aspect sous lequel ils les observent eux-mêmes de O' et de O.

Rappelons-nous que chacun des observateurs rapporte les points matériels dont il étudie les mouvements à trois axes de coordonnées reliés à son système.

Nous pouvons d'ailleurs choisir, comme nous le désirons, la situation relative de ces axes; nous les supposerons donc parallèles entre

---

(1) H. Weyl, professeur à l'Université de Zürich.

(2) Théorie des quanta. Il en sera question plus loin, en parlant de la composition de l'atome.

(3) Pour l'interprétation donnée par Einstein à ce mot, voir les ouvrages traitant de la relativité.

(4) ALBERT EINSTEIN, *L'éther et la théorie de la relativité*. Conférence faite à l'Université de Leyde le 5 mai 1920. Traduction française de Solovine. Paris, 1921.

eux, nous ferons coïncider les plans des  $xj$  et des  $x'j'$  et même les axes  $Ox$  et  $Ox'$ . Un point quelconque  $A$  aura donc des coordonnées  $y$  et  $z$  identiques aux coordonnées  $y'$  et  $z'$ , sa coordonnée  $x$  sera seule différente de  $x'$ ; quant au mouvement de translation uniforme de vitesse  $v$ , il sera dans ces conditions parallèle à  $xx'$ .

La détermination de nos formules de passage de  $O$  à  $O'$  ou inversement sera ainsi grandement simplifiée.

Pour les établir nous partirons du fait expérimental précédemment établi : le mouvement rectiligne et uniforme de vitesse  $v$  du système  $O'$  n'altère pas les accélérations d'un mobile se déplaçant dans ce système. L'observateur du système  $O$  constate donc les mêmes accélérations que  $O'$  lui-même.

Imaginons dans  $O'$  un point matériel  $A$  se mouvant d'une manière quelconque suivant l'axe des  $x$ . Puisque, à chaque instant, pour les deux observateurs en  $O$  et en  $O'$  les accélérations ou variations de

vitesse du mobile sont identiques, c'est que les vitesses elles-mêmes ont une différence de valeur constante.

Il en est ainsi pour un point matériel quelconque de l'axe des  $x'$  et conséquemment pour l'origine  $O'$ . Pour l'observateur  $O'$ , la vitesse de cette origine est nulle; elle est  $v$  pour l'observateur  $O$ ; donc la constante en question vaut précisément  $v$ .

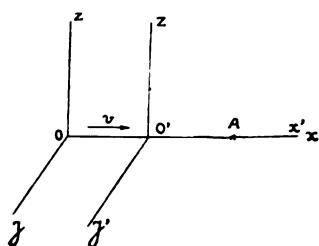


FIG. 6.

Si les vitesses de  $A$  observées par  $O'$  et  $O$  diffèrent toujours de  $v$ , la différence des chemins parcourus pendant le temps  $t$  vaudra  $vt$  et conséquemment, les chemins parcourus observés par  $O$  et  $O'$  et qui sont précisément égaux à  $x$  et à  $x'$  seront reliés par la relation simple :

$$x = x' + vt$$

ceci suppose, bien entendu, qu'au temps zéro les deux systèmes  $O$  et  $O'$  se séparaient et que le point mobile  $A$  coïncidait alors avec les deux origines  $O$  et  $O'$ .

Les formules

$$x = x' + vt$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = t$$

constituent pour le cas de translation parallèle à l'axe des  $xx'$ , ce que l'on nomme les *formules de transformation de Galilée*. Les équations de la mécanique newtonienne sont donc invariantes pour ce groupe de transformations, ce qui signifie qu'en passant d'un système de variables à l'autre, elles ne changent pas de forme. Il en est ainsi, comme nous l'avons vu tout d'abord, de la force  $F$  dont l'expression reste :

$$F = mj$$

$m$  est une constante et  $j$  est l'accélération.

Lorsque les observateurs en  $O$  ou  $O'$  ont déterminé les relations qui lient  $x, y, z$  ou  $x', y', z'$  au temps, les formules de transformation permettent d'en tirer celles qui y relient  $x', y', z'$  ou  $x, y, z$ .

Nous étudierons d'abord un cas très simple : c'est celui où le mobile  $A$  dans  $O'$  est animé pour cet observateur d'un mouvement uniforme de vitesse  $u'$  dans le sens  $Ox'$ . On a donc :

$$x' = u't$$

et en remplaçant dans la formule de passage

$$x = u't + vt = (u' + v)t = ut$$

on voit que pour l'observateur en  $O$ , le mouvement est encore uniforme. La vitesse  $v$  s'ajoute à la vitesse propre  $u'$  du mobile ; c'est le cas du matelot qui parcourt le pont de la poupe à la proue et qu'observe  $O$  situé sur le rivage.

Si le matelot remonte vers la poupe, il faudra considérer  $u'$  comme négatif et la vitesse apparente  $u$  sera diminuée pour l'observateur en  $O$ . Nous retrouvons ainsi l'aspect des phénomènes que nous avons signalé plus haut.

Il nous faut, en terminant, préciser les faits suivants : en écrivant les expressions précédentes des formules de transformation, nous avons admis, comme évident, qu'une longueur  $x'$  mesurée par l'observateur  $O'$  a la même valeur lorsqu'elle est mesurée par l'observateur  $O$  par rapport auquel elle est en mouvement avec la vitesse  $v$  et en outre que le temps utilisé par l'observateur  $O'$  est le même que celui utilisé par l'observateur  $O$ .

La continuation de notre étude expérimentale et physique du monde nous montrera que les idées acquises à cet égard ont dû être modifiées profondément.

## VI

Mais, laissant la Terre, l'homme a ensuite élevé vers le Ciel sa pensée scientifique et appliqué aux astres qui se meuvent sous ses yeux, les principes de sa mécanique terrestre, cherchant à découvrir sous la complexité déconcertante des mouvements apparents, la réalité et la simplicité qu'il y pressentait.

Képler fixa les lois des mouvements des points matériels que sont les planètes; quittant la Terre, il transporta sur le Soleil le centre du monde. Puis Newton, justifiant cette cinématique par la loi géniale de l'attraction universelle, consacra en même temps les principes de la mécanique terrestre et affermit nos concepts de l'espace et du temps en les étendant à notre univers.

Dans tout cet univers, l'espace jouit des mêmes propriétés; quels que soient les systèmes d'axes où les observateurs se placent, terre, planète ou soleil, la distance entre deux points matériels est pour eux invariante; le temps est le même pour tous et s'écoule uniforme dans l'espace infini où se passent les phénomènes que la matière révèle.

Une grande leçon, cependant, ressortait de cette marche progressive du développement scientifique de l'esprit humain : l'aspect des phénomènes se modifie complètement avec la situation de l'observateur, avec les axes auxquels ils les rattachent; les principes fondamentaux de la mécanique auxquels une science expérimentale restreinte nous a conduits et dont les mouvements peuvent se déduire semblent donc bien indépendants de ces axes de repère eux-mêmes. Pouvait-on cependant affirmer qu'il en serait toujours ainsi? Certes non; mais l'étude expérimentale du monde qui s'étend autour de nous pouvait seule guider ici nos pensées.

Le présent vient de les modifier dans leur essence intime et c'est dans l'agent inconnu qui nous met en relation avec les mondes les plus lointains, dans cet agent qui unit aussi tous les mondes et fait participer la vie de chacun à la vie de tous, c'est dans la lumière que l'expérience nous a fait trouver les sources fécondes où s'abreuvent à longs traits aujourd'hui notre désir et notre anxiété de savoir.

(A suivre.)

E. LAGRANGE.



## PROCÈS-VERBAL

Séance mensuelle du 21 janvier 1922.

La séance est ouverte à 16 h. 30, sous la présidence de M. Boutquin, membre du bureau.

M. le Président donne la parole à M. Max Hauptmann pour sa communication sur l'observation des *éclipses de lune*.

M. Hauptmann examine tout d'abord les rapports d'observations des diverses éclipses générales qui ont pu être observées dans des conditions favorables depuis 1902. Cet examen est illustré par d'intéressants diagrammes en couleur. Il constate que les théories au moyen desquelles on a jusqu'à présent expliqué la coloration observée dans ces éclipses ne suffisent pas à rendre compte des faits constatés.

Il semble bien certain que la réfraction des rayons solaires dans l'atmosphère terrestre ne soit pas la cause des colorations rouges et vertes observées dans la plupart des éclipses voisines de la totalité. En effet, la réfraction devrait produire des colorations inverses de celles qui sont observées.

D'autre part, M. Max Hauptmann attire l'attention de l'assemblée sur la luminosité plus grande constatée souvent sur les bords de la lune éclipsée. Ces observations ont été faites par des personnes observant sous les climats les plus divers et travaillant sans aucune liaison entre elles. Il recommande de ne pas accepter l'opinion généralement admise que l'observation des éclipses de lune n'offre plus rien d'intéressant. Il pense, au contraire, qu'il convient de recommander l'étude de ces phénomènes qui, par leur variation, semblent se rattacher, soit à la physique solaire, soit aux études de météorologie terrestre.

La question est mise en discussion par le président. Divers membres prennent la parole à ce sujet. M. Lagrange fait remarquer notamment que la symétrie des parties claires observées sur le bord de la lune semble indiquer que c'est dans la lune même qu'il faudrait en chercher l'origine.

M. Dupont fait remarquer qu'il serait aussi possible que les faits observés soient purement subjectifs. En dernière analyse, le phénomène est reçu par notre œil, et ce dernier est un instrument imparfait. Des réflexions intérieures peuvent se produire dans l'œil même. La lumière concentrée sur la rétine se réfléchit sur la surface extérieure du cristallin, constituant un miroir concave qui renvoie l'image

lumineuse dans une position symétrique sur la rétine. C'est un phénomène analogue qui s'observe lorsque Vénus se présente en quadrature.

M. Boutquin met ses collègues en garde contre l'attribution des colorations atmosphériques et lunaires aux poussières que l'atmosphère terrestre pourrait tenir en suspension. Cette théorie, qui a souvent été invoquée, notamment après l'éruption du Krakatoa, pour expliquer les lueurs d'aurore et de crépuscule, semble être fortement battue en brèche aujourd'hui.

M. le Président félicite M. Hauptmann pour son intéressante communication, et espère que son appel sera entendu par d'autres membres, désireux de collaborer à la recherche de la solution du problème posé par l'orateur au cours de sa causerie.

La parole est ensuite donnée à M. Lagrange pour la continuation de sa causerie sur la relativité restreinte, exposé physique. Elle paraîtra *in extenso* au bulletin.

La séance est levée à 18 h. 45.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR AVRIL 1922

Les heures sont données en temps légal (temps civil de Greenwich : 0 h. = minuit). Les levers, passages et couchers sont calculés pour Uccle (Bruxelles) et, sauf indications contraires, les positions se rapportent à midi.

### SOLEIL

| Date     | Lever | Passage  | Coucher  | A. R.    | Déo.    | P.    | D.   | L.    | Dist. Terre |
|----------|-------|----------|----------|----------|---------|-------|------|-------|-------------|
|          | h. m. | h. m. s. | h. m.    | h. m. s. |         |       |      |       |             |
| Mars 31  | 5 23  | 11 46 59 | 18 12 33 | 0 36 43  | + 3°57' | —26°2 | —6°6 | 89°4  | 0,9993      |
| Avril 10 | 5 1   | 11 44 4  | 18 28 34 | 1 13 14  | + 7 45  | —26,4 | —5,9 | 817,4 | 1,0021      |
| 20       | 4 40  | 11 41 35 | 18 44 35 | 1 50 10  | + 11 20 | —25,8 | —5,1 | 185,4 | 1,0049      |
| 30       | 4 20  | 11 39 48 | 19 0 37  | 2 27 49  | + 14 37 | —24,5 | —4,2 | 53,2  | 1,0076      |

Le Soleil entre dans le signe du Bélier, le 21 mars à 9 h. 49 m.; dans le signe du Taureau, le 20 avril à 21 h. 29 m. Du 31 mars au 30 avril, les jours croissent de 1 h. 59 m. La colonne qui suit celle du coucher indique la longueur du crépuscule civil.

LUNE. — Phases de la Lune en avril.

- ☾ P. Q. le 5 à 5 h. 46 m. Apogée le 25 mars à 20 h.  
 ☽ P. L. le 11 à 20 h. 44 m. Périgée le 10 avril à 9 h.  
 ☾ D. Q. le 19 à 0 h. 54 m. Apogée le 22 avril à 10 h.  
 ● N. L. le 27 à 5 h. 4 m.

Occultations principales, pour Uccle :

| Date    | Nom                    | Mag. | Immersion |     |     | Émersion |     |     |
|---------|------------------------|------|-----------|-----|-----|----------|-----|-----|
|         |                        |      | T. L.     | P.  | Z.  | T. L.    | P.  | Z.  |
|         |                        |      | h. m.     |     |     | h. m.    |     |     |
| Avril 2 | α Taureau.             | 1.1  | 11 55     | 151 | 190 | 12 16    | 187 | 225 |
| 3       | 130 Taureau.           | 5.6  | 20 59     | 68  | 27  | 21 54    | 301 | 259 |
| 6       | 84 B. Cancer.          | 6.4  | 17 56     | 120 | 139 | 19 7     | 268 | 270 |
| 6-7     | A <sup>1</sup> Cancer. | 5.5  | 23 4      | 93  | 55  | 0 4      | 302 | 262 |
| 7       | A <sup>2</sup> Cancer. | 5.7  | 1 8       | 159 | 119 | 1 40     | 233 | 193 |
| 7       | h Lion.                | 5.2  | 18 21     | 144 | 168 | 19 19    | 253 | 265 |
| 17      | Y Sagitt. (var.).      | 5.4  | 1 14      | 71  | 99  | 2 23     | 293 | 312 |
| 18      | ρ Sagittaire.          | 4.0  | 5 40      | 111 | 107 | 6 49     | 226 | 211 |

**Grandes marées.** — Le 14 avril à 1 h. 31 m., hauteur à Ostende, 2 m. 44; id., à Anvers, à 5 h. 7 m., hauteur, 2 m. 77; le 29 avril à 13 h. 23 m., hauteur à Ostende, 1 m. 95; id., à Anvers, à 17 heures, hauteur, 2 m. 21.

**Planètes (1)**

MERCURE restera visible comme étoile du matin jusqu'au 20 avril. Elle se rapproche de plus en plus du Soleil pour s'en écarter ensuite, et reparaitre comme étoile du soir, le 23 mai. La planète sera en conjonction avec la Lune le 27 avril (2° 49' N.) et se présentera en conjonction supérieure avec le Soleil, le 24 avril, à 18 heures. Elle arrivera au périhélie, le 1<sup>er</sup> mai, à 16 heures.

| Date    | Lever | Passage | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Éclat | Phase |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
|         | h. m. | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
| Avril 1 | 5 3   | 10 34   | 23 27 | — 6° 8' | 1,19        | 5'',6 | — 0,1 | 0,79  |
| 11      | 4 54  | 11 0    | 0 30  | + 0 59  | 1,29        | 5 ,2  | — 0,7 | 0,90  |
| 21      | 4 42  | 11 29   | 1 41  | + 9 31  | 1,33        | 5 ,0  | — 1,5 | 0,99  |
| Mai 1   | 4 44  | 12 19   | 3 2   | + 18 1  | 1,27        | 5 ,2  | — 1,5 | 0,95  |

VÉNUS brille au début de la soirée. Elle se dégage de plus en plus des rayons solaires pour atteindre sa plus grande élongation le 15 septembre. Elle sera en conjonction avec la Lune, le 28 (4° 13' N.).

(1) Les clichés relatifs aux planètes ont été prêtés obligeamment par M. G. Leconte, directeur de l'Observatoire royal.

| Date    | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Éclat | Phase |
|---------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
| Avril 1 | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
|         | 12 35   | 19 20   | 1 29  | + 8°23' | 1.66        | 10",1 | — 3,4 | 0,98  |
| 11      | 12 42   | 19 43   | 2 15  | + 13 3  | 1.64        | 10",3 | — 3,4 | 0,97  |
| 21      | 12 51   | 20 24   | 3 3   | + 17 13 | 1.61        | 10",4 | — 3,4 | 0,95  |
| Mai 1   | 13 1    | 20 54   | 3 53  | + 20 38 | 1.58        | 10",6 | — 3,3 | 0,94  |

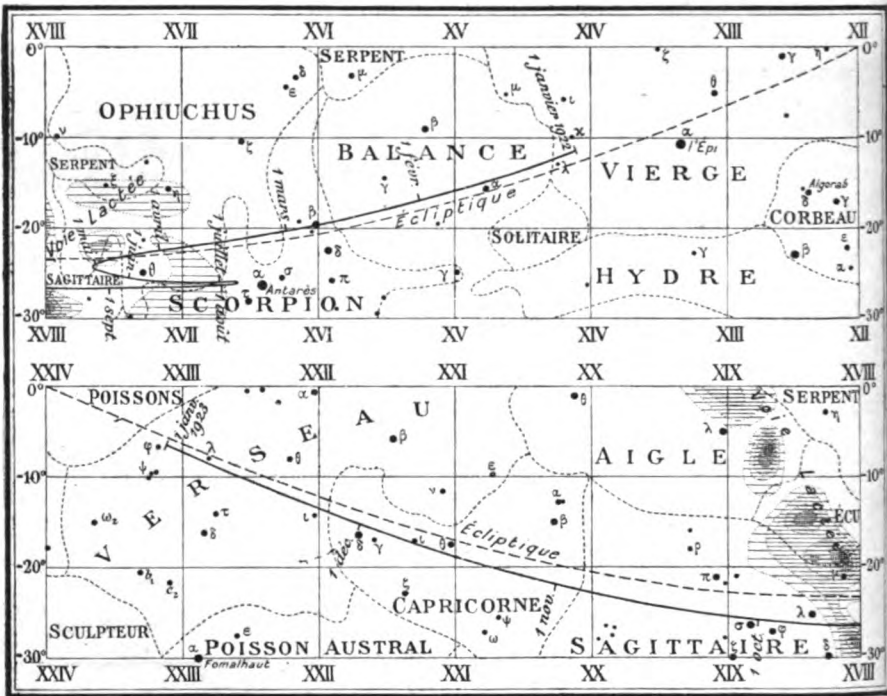


FIG. 7. — Marche de Mars en 1922.

**MARS.**—En avril, la planète se trouvera dans Ophiuchus. Elle sera en opposition avec le Soleil, le 10 juin. Pendant le mois d'avril, la planète n'est observable que pendant la seconde partie de la nuit. Sa déclinaison très australe, pour nos latitudes, ne permettra que des conditions assez médiocres d'observation. Mars sera en conjonction avec la Lune, le 16 avril.

Les passages du méridien zéro, au centre du disque peuvent être calculés avec la durée de rotation adoptée : 24 h. 37 m., 22 s. 65, et la longitude du méridien central pour n'importe quel instant, s'obtient en se rappelant qu'à vingt-quatre heures

de temps moyen correspond une rotation martienne de  $350^{\circ}89'$ ; à 1 heure de  $14^{\circ}62'$ , à 1 minute de  $0^{\circ},24366$ .

| Date    | Lever    | Pas-<br>sage | A.R.  | Déc.             | Dist. | Diam.    | Éclat  | Phase | Lat. du<br>Centre | Passage du<br>Méridien 0° |
|---------|----------|--------------|-------|------------------|-------|----------|--------|-------|-------------------|---------------------------|
|         | h. m.    | h. m.        | h. m. |                  |       |          | m.     |       |                   | h. m.                     |
| Avril 1 | 0 12     | 4 17         | 17 9  | $-22^{\circ}33'$ | 0,88  | $10'',7$ | $-0,1$ | 0,91  | $+2^{\circ},6$    | 14 58,8                   |
|         | 11 23 46 | 3 50         | 17 22 | $-23 3$          | 0,79  | 11 ,9    | $-0,4$ | 0,91  | $+1 ,6$           | 21 23,9                   |
|         | 21 23 19 | 3 21         | 17 32 | $-23 31$         | 0,71  | 13 ,3    | $-0,6$ | 0,93  | $+1 ,0$           | 3 8,1                     |
| Mai 1   | 22 48    | 2 47         | 17 38 | $-24 0$          | 0,64  | 14 ,8    | $-1,0$ | 0,94  | $+0 ,8$           | 9 27,2                    |

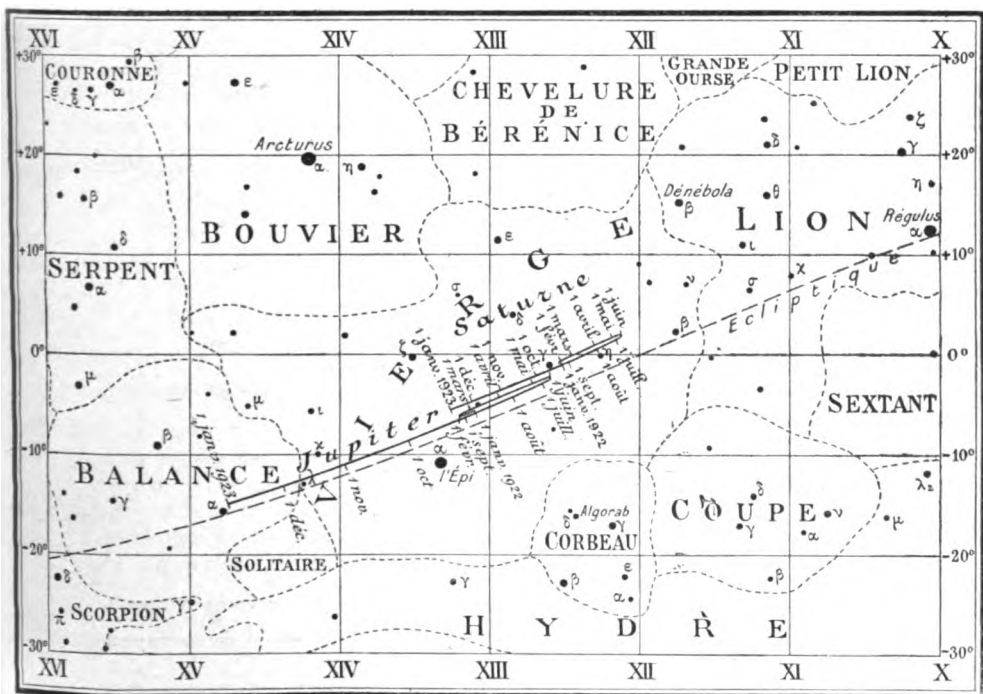


Fig. 8. — Marche de Jupiter et de Saturne en 1922.

**JUPITER.** — L'opposition de Jupiter aura lieu le 4 avril. La planète se trouvera donc dans d'excellentes conditions d'observation durant le mois, restant visible pendant toute la nuit. On cherchera la planète dans la constellation de la Vierge où elle voisinerà à quelques degrés avec la planète Saturne. La Lune se trouvera dans le voisinage de Jupiter le 11 avril

Les passages de l'origine des longitudes joviennes au méridien central du disque illuminé pourront être calculés à l'aide des périodes de rotation adoptées, qui sont pour le système I : 9 h. 50 m., et pour le système II : 9 h. 55 m., plus un nombre de *centièmes* de minute, variable, indiqué entre parenthèses.

| Date    | Lever | Pas-<br>sage | A.R.  | Déc.    | Dist. | Diam.<br>Équat. | Éclat | Passage méridien 0° |              |
|---------|-------|--------------|-------|---------|-------|-----------------|-------|---------------------|--------------|
|         |       |              |       |         |       |                 |       | Syst. I             | Syst. II     |
|         | h. m. | h. m.        | h. m. |         |       |                 | m.    | h. m.               | h. m.        |
| Avril 1 | 18 17 | 24 0         | 12 56 | — 4°12' | 4,46  | 44'',2          | —2,0  | 2 33,8 (41)         | 4 6,8 (59)   |
| 11      | 17 30 | 23 16        | 12 51 | — 3 44  | 4,46  | 44 ,2           | —2,0  | 8 34,2 (43)         | 12 16,6 (60) |
| 21      | 16 44 | 22 32        | 12 46 | — 3 15  | 4,49  | 43 ,8           | —2,0  | 4 44,6 (45)         | 20 26,8 (63) |
| Mai 1   | 15 59 | 21 49        | 12 42 | — 2 51  | 4,56  | 43 ,2           | —2,0  | 0 55,4 (47)         | 8 46,2 (65)  |

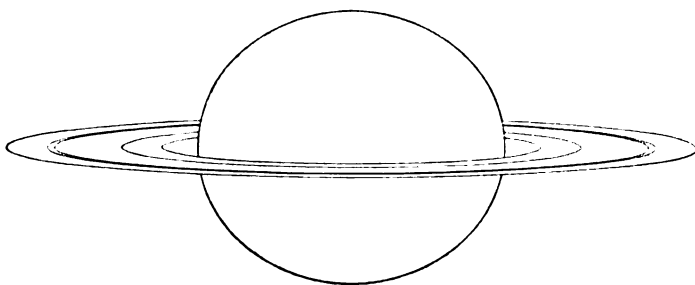


FIG. 9. — Aspect des anneaux de Saturne en 1922.

**SATURNE.** — La planète se trouvera toute l'année dans la constellation de la Vierge. En opposition avec le Soleil, le 25 mars, elle sera en avril dans de bonnes conditions d'observation, restant visible toute la nuit. Elle sera en quadrature le 23 juin et se présentera en conjonction avec la Lune le 10 avril et le 7 mai notamment. L'anneau en 1922 nous présente sa face boréale et s'ouvre de plus en plus.

| Date    | Pas-<br>sage | A. R. | Déc.    | Dist. | Diam.<br>Pol. | Éclat | Grand axe |        | Hauteur au-<br>dessus du plan |         |
|---------|--------------|-------|---------|-------|---------------|-------|-----------|--------|-------------------------------|---------|
|         |              |       |         |       |               |       | Ext.      | Int.   | Terre                         | Soleil  |
| Avril 1 | 23 22        | 12 18 | + 0°56' | 8,55  | 17'',4        | + 0,7 | 43'',9    | 29'',2 | + 4°48                        | — 5°23' |
| 11      | 22 40        | 12 15 | + 1 14  | 8,95  | 17 ,4         | + 0,8 | 43 ,7     | 29 ,1  | + 4 28                        | + 5 32  |
| 21      | 21 58        | 12 13 | + 1 29  | 8,65  | 17 ,2         | + 0,8 | 43 ,4     | 28 ,9  | + 4 10                        | + 5 41  |
| Mai 1   | 21 17        | 12 10 | + 1 42  | 8,74  | 17 ,0         | + 0,9 | 42 ,9     | 28 ,5  | + 3 55                        | + 5 50  |

*Élongations de Titan* : Mars 30, 18 h. 4 W.; Avril 7, 19 h. 6 E.; Avril 15, 15 h. 9 W.; Avril 23, 17 h. 3 E.; Mai 1, 13 h. 6 W.

URANUS occupera toute l'année la constellation du Verseau. En conjonction avec le Soleil le 28 février, elle se lève de plus en plus tôt. Elle sera en quadrature avec le Soleil le 4 juin et en opposition le 4 septembre.

| Date    | Lever | A. R. | Déc.    | Distance |
|---------|-------|-------|---------|----------|
|         | h. m. | h. m. |         | h.       |
| Avril 1 | 4 51  | 22 52 | — 8° 0' | 21.96    |
| 16      | 3 33  | 22 55 | — 7 43  | 20.80    |
| Mai 1   | 2 36  | 22 57 | — 7 30  | 20.60    |

NEPTUNE se trouvera pendant toute l'année entre Regulus, l'étoile la plus brillante du Lion, et l'amas de Praesepe, de la constellation du Cancer. En opposition avec le soleil le 4 février, elle se trouve encore dans de bonnes conditions d'observation. Elle sera en quadrature avec le Soleil le 4 mai.

| Date    | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Distance |
|---------|---------|---------|-------|---------|----------|
|         | h. m.   | h. m.   | h. m. | ° '     |          |
| Avril 1 | 20 8    | 3 44    | 9 3   | + 16 56 | 29.50    |
| 16      | 19 9    | 2 45    | 9 3   | 16 59   | 29.75    |
| Mai 1   | 18 10   | 1 46    | 9 3   | 16 59   | 30.01    |

CONJONCTIONS. — La Lune sera en conjonction en avril avec :

| Date | Heure      | Planète à        | Date  | Heure      | Planète à        |
|------|------------|------------------|-------|------------|------------------|
| Le 7 | à 8 h. 45  | Neptune 4° 37' N | Le 22 | à 20 h. 21 | Uranus 3° 14' S  |
| 10   | à 17 h. 35 | Saturne 3° 19' N | 27    | à 9 h. 42  | Mercure 2° 49' N |
| 11   | à 8 h. 31  | Jupiter 1° 15' N | 28    | à 19 h. 22 | Vénus 4° 13' N   |
| 16   | à 4 h. 49  | Mars 5° 6' S     |       |            |                  |

ÉTOILES FILANTES. — Plusieurs essaims remarquables sont observables en avril, notamment les Lyrides, 19-22 avril (radiant 271° + 33°). Autres radiants : 9 avril (255° + 36°); 16 au 30 avril (206° + 13°); 29 avril (326° — 2°), Aquariides. Les Lyrides sont en général très rapides. Le mois est caractérisé, par contre, par un nombre toujours important de bolides lents et brillants.

CONSTELLATIONS. — Ciel du 15 avril à 21 heures.

Les constellations suivantes se lèvent : le Cygne, la Lyre, Hercule, le Serpent, la Balance, l'Hydre.

Se couchent : l'Aigle, le Triangle, le Taureau, Orion le Grand Chien.

Passent au méridien : le Léopard, Céphée, le Lion, le Sextant.

Sont au-dessus de l'horizon : Petite Ourse, Grande Ourse, Cassiopée, Céphée, Persée, le Dragon, les Gémeaux, le Cocher, la Vierge, le Lion, l'Hydre, le Cancer, le Petit Chien, Hercule, Le Bouvier, la Couronne, les Lévriers.

## Biographies.

### SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS

#### Liste bibliographique des travaux scientifiques d'Auguste Charlois (suite).

#### III. — *Bulletin astronomique.*

1. Observations des petites planètes (71), (239), (240), faites à l'Observatoire de Nice (I, 1884, p. 544-545).
- 1bis. Avec J. PERROTIN. Observations de la comète Wolf et des planètes (113), (224), faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier) (II, 1885, p. 30-32).
2. Observations des comètes Wolf et Encke et de la planète (219), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 79-80).
3. Observations des comètes Wolf et Encke, et des planètes (81), (95), (246), (247), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 167-171).
4. Observations des planètes (8), (87), (147), (173), (196), (216), (230), (246), (247), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 276-280).
5. Observations des planètes (79), (82), (107), (119), (121), (181), (184), (207), (248), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 331-334).
6. Observations des comètes Barnard et Tuttle (1885) et des planètes (82), (181), (189), (236), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 427-431).
7. Observations de la comète Brooks (1885) et des planètes (54), (181), (250), faites à l'Observatoire de Nice (II, 1885, p. 516-518).
8. Avec J. PERROTIN. Observations de la planète (252) Clémentine et des comètes Fabry, Barnard et Brooks, faites à l'Observatoire de Nice (III, 1886, p. 78-81).
9. Observations des comètes Fabry, Brooks I, Brooks II, et Brooks III, faites à l'Observatoire de Nice (III, 1886, p. 277-278).
10. Eléments de la planète (252) (III, 1886, p. 386).
11. Observations des comètes Brooks III et Winnecke et des planètes (56), (78), (85), (136), (139), (143), (151), (181), (211), (215), (254) et (259), faites à l'Observatoire de Nice (III, 1886, p. 535-537).
12. Éphéméride de la planète (252), déduite des éléments publiés dans le *Bulletin astronomique*, t. III, p. 386 (IV, 1887, p. 18).
13. Observations des planètes (133), (146), (171), (172), (177), (190), (195), (199), (207), (236), (250), (252), (261), (262), (263) et (264), faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de Gautier, de 38 centimètres d'ouverture) (IV, 1887, p. 55-57).
14. Observations de la nouvelle comète Barnard et éléments déduits de ces observations (IV, 1887, p. 58).



15. Observations des comètes Barnard-Hartwig (1886 IX), Finlay (1886 VII) et Brooks (1887 b), faites à l'Observatoire de Nice (IV, 1887, p. 134-135).
16. Observations des comètes Barnard (1886, VIII), Barnard (1887, d) et des planètes (64), (69), (80), (92), (145), (222), (232), (252), (262), (265), faites à l'Observatoire de Nice (IV, 1887, p. 194-197).
17. Observations de la nouvelle comète 1887 (Barnard, Mai 12) et des planètes (29), (161), (180), (208), (209), (218), (224), (241), (243) et (266), faites à l'Observatoire de Nice (IV, 1887, p. 225-227).
18. Observations de la comète Barnard (1887, Mai 12) et des planètes (178), (267) et (268), faites à l'Observatoire de Nice (IV, 1887, p. 380-382).
19. Observations des planètes (170), (244), (258), (267) et de la comète Brooks (1887, Août 24), faites à l'Observatoire de Nice (IV, 1887, p. 467-468).
20. Observations des planètes (169), (181), (190), (226), (246), (269) et (271), faites à l'Observatoire de Nice (V, 1888, p. 51-52).
21. Nouveaux éléments de la planète (252) et éphéméride pour l'opposition de 1888 (V, 1888, p. 105-107).
22. Observations des planètes (120), (138), (141), (252) et (272) (V, 1888, p. 148-149).
23. Observations des planètes (106), (177), (207), (230), (252), (261), (272), (273) et de la comète Sawerthal faites à l'Observatoire de Nice (V, 1888, p. 205-207).
24. Observations des planètes (144), (223), (272), (275), (276), (277) et de la comète Sawerthal (V, 1888, p. 345-347).
25. Observations des planètes (201), (212), (267), (268), (277) et de la comète Brooks (1888, Août 7) (V, 1888, p. 495-496).
26. Observations des planètes (31), (70), (87), (107), (204), (210), (231), (235), (259) et des comètes Faye, Barnard (2 septembre), Barnard (30 octobre) (VI, 1889, p. 12-15).
27. Observations des planètes (113), (181), (226), (246), (247), (282), (283) et de la comète Faye (VI, 1889, p. 206-208).
28. Ephéméride de la planète (252) Clémentine (VI, 1889, p. 209).
29. Ephéméride de la planète (272) Antonia (VI, 1889, p. 209-210).
30. Observations des planètes (135), (138), (154), (167), (177), (181), (263), (264), (282), (283) et des comètes Barnard (1888, octobre 30) et Barnard (1889, mars 31) (VI, 1889, p. 259-262).
31. Observations de la comète Barnard (1889, juin 23) et des planètes (12), (214), (248), (252), (272), (284) (VI, 1889, p. 343-345).
32. Observations des comètes Brooks (6 juillet 1889), Davidson (23 juillet 1889) et des planètes (116), (261), (277), (284), (285) (VI, 1889, p. 427-430).
33. Eléments de la planète (285) (VI, 1889, p. 430).
34. Eléments de la planète (284) (VI, 1889, p. 430).
35. Observations des comètes Barnard (31 mars 1889), Brooks (6 juillet 1889), Davidson (23 juillet 1889), Swift (17 novembre 1889) et des planètes (35), (65), (90), (108), (242), (279) (VI, 1889, p. 522-524).
36. Observations des comètes Barnard (31 mars 1889), Brooks (6 juillet 1889), Swift (17 novembre 1889), Borrelly (12 décembre 1889) et des planètes (144), (176), (267) (VII, 1890, p. 106-107).
37. Observations des comètes 1889, I, Brooks (1890, mars 19) et des planètes (84),

- (107), (180), (181), (226), (246), (258), (259), (282), (283), (288), (289), (291), (292), (293) (VII, 1890, p. 294-298).
38. Observations des comètes Brooks (1890, mars 19), Coggia (1890, juillet 18), Denning (1890, juillet 23) et des planètes (103), (159), (214), (223), (236), (251), (282), (293), (294), (296), (297), (298) (VII, 1890, p. 379-384).
39. Observations des planètes (180), (254), (261), (272), (279), (284), (287), (294), (297), (298), (300), (301) et des comètes Zona (1890, novembre 15), Spitaler (1890, novembre 16) (VIII, 1891, p. 73-76).
40. Observations des planètes (208), (245), (267), (289), (302), (303), (304), (305), (306), (307), (308), (309) (VIII, 1891, p. 294-297).
41. Eléments de la planète (293) Brasilia, calculés à l'aide des observations faites à Nice, du 20 mai au 9 juillet 1890 (VIII, 1891, p. 297-298).
42. Observations des planètes (76), (86), (147), (178), (181), (258), (283), (288), (305), (307), (308), (310), (311) (VIII, 1891, p. 455-458).
43. Eléments et éphéméride de la planète (294) Félicie (VIII, 1891, p. 459-460).
44. Observations de la comète Tempel-Swift et des planètes (111), (149), (226), (312), (314), (316), (317), (318), (319) (IX, 1892, p. 7-10).
45. Eléments provisoires des planètes (314) et (317) (IX, 1892, p. 11).
46. Observations des planètes (252), (277), (279), (282), (284), (294), (297), (300), (312), (314), (316), (317), (318), (319), (320) (IX, 1892, p. 219-222).
47. Observations de la comète Swift (1892, I) et des planètes (302), (303), (305), (318), (324), (327), (330), (331), (336), (337), (338), **M, O, P, Q, R, S, T, U**, (X, 1893, p. 57-61).
48. Observations des planètes (42), (45), (274), (298), (312), (317), (344), (345), (346), (347), (348), (349), (350) (X, 1893, p. 322-324).
49. Observations des nouvelles planètes 1893 **A, D, E, G, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T, U, V, W, Z** (X, 1893, p. 457-462).
50. Observations des nouvelles planètes 1893 **AA, AB, AC, AD, AH, AJ, AK, AL, AM, AN, AP**, découvertes à l'Observatoire de Nice (XI, 1894, p. 97-100).
51. Tableau des petites planètes rencontrées par la photographie à l'Observatoire de Nice (XI, 1894, p. 196-200 et 524-526; XIII, 1896, p. 8-9 et 372-373).
52. Observations des planètes (107), (158), (211), (218), (264), (283), (288), (292), (303) (XII, 1895, p. 22-23).
53. Observations des planètes (326), (329), (337), (338), (344), (345), (347), (348), (350), (351), (354), (368) (deuxième opposition) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial coudé) (XII, 1895, p. 23-25).
54. Observations des nouvelles planètes 1893 **AP, 1894, AQ, AR, AS, AT, AU, LA, BR**, découvertes à l'Observatoire de Nice (XII, 1895, p. 25-29).
55. Observations des planètes (158), (226), (228), (288), (322), (391), faites à l'Observatoire de Nice (équatorial coudé) (XIII, 1896, p. 10-11).
56. Observations des planètes (369), (370), (372), (373), (374), (375), (376), (377), (379), (380), (381), (384), (389) (deuxième opposition) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial coudé) (XIII, 1896, p. 11-13).
57. Observations des nouvelles planètes 1894 **BK, BL, BM, BN, 1895 BU, BW, BX, BY, CA, CB**, découvertes à l'Observatoire de Nice (XIII, 1896, p. 14-17).
58. Observations des planètes (405), (406), (409), (410), (411), (414), (416), (417), (423), découvertes à l'Observatoire de Nice (XIV, 1897, p. 188-190).

59. Observations des planètes (175), (277), (308), (317), (321), (325), (332), (336), (344), (352), (358), (364), (366), (381), (391), (402), (408), faites à l'Observatoire de Nice (équatorial coudé) (XIV, 1897, p. 475-477).
60. Observations des planètes (114), (124), (130), (137), (158) et 1896 DC, DD, DE, DF, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial coudé) (XV, 1898, p. 182-184).
61. Observations des planètes (194), (273), (377), (379), (403), 1897 DG, DH, DJ, DL, DM, DN, DO et 1898 DP, faites à l'Observatoire de Nice. (XV, 1898, p. 464-466).
62. Observations des planètes (438), (441), (379), (444), (39), (138), (386), faites à l'Observatoire de Nice (équatorial de 9 pouces) (XVIII, 1901, p. 278-280).
63. Observations de planètes faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier de 38 centimètres d'ouverture) (XXIII, 1906, p. 17-20).
64. Observations de planètes et de comètes (XXIV, 1907, p. 14-20).
65. Observations de planètes (XXIV, 1907, p. 223-225).
66. Observations de planètes (XXV, 1908, p. 67-72).
67. Observations de planètes (XXV, 1908, p. 141-143).
68. Observations de planètes (XXV, 1908, p. 213-216).
69. Observations de planètes (XXV, 1908, p. 360-362).
70. Observations de planètes faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (XXVI, 1909, p. 131-133).
71. Observations de planètes (XXVI, 1909, p. 209-210).
72. Observations de planètes faites à l'Observatoire de Nice (XXVI, 1909, p. 311-313).
73. Observations de planètes (XXVI, 1909, p. 457-458).
74. Observations de planètes et de la comète de Halley, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (XXVII, 1910, 153-157).
75. Observations de comètes et de planètes, faites à l'Observatoire de Nice (XXVII, 1910, p. 263-265).

(A suivre.)

AUG. COLLARD,

*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

\* \* \*

## Henry Bourget.

Henry Bourget est de Clermont-Ferrand. Il naquit en 1864.

Frère cadet du critique et grand romancier, Paul Bourget, que tout le monde connaît par ces œuvres immortelles où les remarquables analyses psychologiques voisinent avec les plus intéressantes préoccupations sociales, il a, comme lui, de brillantes dispositions pour la littérature. Mais la science l'attire pour servir de texte à son imagination et solliciter son activité intellectuelle.

Fils d'un éminent mathématicien, peut-être doit-il ce goût dominant pour les études scientifiques aux premières impressions de son enfance.

Il acquit ses grades universitaires à Clermont-Ferrand, ainsi que le titre d'agrégé des sciences mathématiques. Une éducation soignée et un goût délicat complétèrent ses brillantes études classiques.

Il débuta dans la carrière astronomique, à l'Observatoire de Toulouse où, pendant

douze ans, il se signale par de nombreuses recherches de mathématiques pures, ainsi que par d'importants travaux d'astronomie théorique ou pratique.

De cette époque datent de nombreuses notes et mémoires publiés dans les « Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris », dans le *Bulletin astronomique* et dans bien d'autres recueils.

En 1889, sur l'initiative de la France, les grandes nations du monde entier s'entendent pour la construction, à l'aide de la photographie, d'une *carte du Ciel* et d'un catalogue de toutes les étoiles repérées jusqu'à la 14<sup>e</sup> grandeur. L'Observatoire de Toulouse fut un des premiers à participer à cette entreprise grandiose, et c'est à M. Bourget que M. Baillaud, alors directeur, confia l'organisation du service de la photographie stellaire.

Parmi les petites planètes qui circulent entre Mars et Jupiter, Eros, découverte par M. Witt en 1898, présente, entre autres, cette particularité de s'approcher plus près de la Terre que la planète Mars et d'offrir, par conséquent, un intérêt de premier ordre pour la détermination de la parallaxe solaire.

A ce point de vue, l'opposition d'Eros en novembre-décembre 1900 ainsi que sa distance à la Terre, inférieure à 0,5, du 15 octobre 1900 au 15 mars 1901, furent des circonstances particulièrement favorables. Aussi une expédition internationale fut-elle organisée pour l'observation de cet astéroïde, dans le but d'obtenir une nouvelle mesure de l'intervalle qui nous sépare du Soleil.

L'Observatoire de Toulouse, avec H. Bourget, prend une part des plus actives à cette entreprise.

Le 28 mai 1900 et le 30 août 1905, Bourget se rend à Elche, près d'Alicante, en Espagne et à Guelma, dans la province de Constantine pour y observer les éclipses totales du Soleil. Il eut l'heureuse fortune, grâce aux circonstances qui l'ont favorisé, de rapporter de ces voyages des données intéressantes.

En collaboration avec M. Baillaud, il publia la correspondance d'Hermite et de Stieltjes.

Faut-il parler du concours dévoué et précieux qu'il apporta à M. Emile Picard, par le soin avec lequel il fit la revision des épreuves des œuvres complètes d'Hermite.

Après ces nombreux travaux qui lui valent le titre d'astronome-adjoint à l'Observatoire et la place de professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Toulouse, son séjour dans cette ville n'allait plus être de longue durée.

En 1907, il est appelé à la direction de l'Observatoire de Marseille, où il procède à l'installation d'un séismographe.

Mais les études astronomiques le reprennent et il se met au service méridien. D'abord il s'adonne à la détermination de l'heure au moyen d'un astrolabe à prisme de grandes dimensions; puis il organise la réception journalière des signaux horaires de la Tour Eiffel.

Il a à cœur de rendre l'Observatoire directement utile au public et ne manquera pas de s'employer activement à étendre le réseau de distribution de l'heure exacte dans la ville de Marseille. A cet effet, il fait établir deux nouvelles pendules synchronisées, l'une sous le péristyle de la Bourse et l'autre vers l'extrémité nord des Bassins de la Direction des services des hangars et de l'outillage des ports, en même temps qu'il synchronise la belle horloge de Lepaute, qui indique l'heure à la façade principale du Palais.

Une grande et noble idée a toujours dominé et rempli sa vie, c'est l'amour de la science avec tout ce qui s'y rattache. Il est sans cesse sur la brèche, faisant face à la fois à plusieurs travaux, mais ne négligeant jamais ses recherches scientifiques, où les questions les plus diverses seront toujours abordées avec un égal succès.

Tantôt il étudie avec les physiciens Charles Fabry et Buisson les mouvements de la grande nébuleuse d'Orion; tantôt il réunit et publie en un même volume des observations de nébuleuses faites à Marseille depuis longtemps, mais éparses jusque-là, en différents recueils; tantôt il crée le service d'avertissement des petites planètes, consistant, comme on sait, dans l'envoi de télégrammes et circulaires dans les Observatoires existant dans le monde entier.

Vienne la rupture des relations avec l'Allemagne, aussitôt il veut rendre les observations françaises indépendantes des « Astronomische Nachrichten » et il fonde le *Journal des Observateurs*, publication qui devient mensuelle à partir de janvier 1921.

Il était aussi secrétaire de la « Commission météorologique du département des Bouches-du-Rhône ».

Cette Commission, comme on sait, s'occupe de toutes les questions qui touchent de près ou de loin à la météorologie locale ou générale. Elle est en relations constantes avec les commissions météorologiques de France et avec la plupart des Observatoires étrangers. Bourget publia, pendant quatorze ans, le *Bulletin* de la susdite Commission.

Il examina, compara et étudia tous les types connus d'anémomètres.

Passons rapidement en revue les *Bulletins de la Commission météorologique du département des Bouches-du-Rhône*, dont nous venons de dire un mot à l'instant, et nous y trouverons, parmi les articles et mémoires que Henry Bourget y fit paraître, les suivants :

1° Un article sur le tremblement de terre du 11 juin 1909, qui causa d'importants dégâts en Provence;

2° La description du sismographe de l'Observatoire de Marseille établi en 1910 (Bull. de 1914);

3° Une analyse des plus intéressantes des travaux d'un météorologiste italien portant le titre : « Le problème de la météorologie agricole », avec le sous-titre : « Les idées du Docteur Girolamo Azzi » (Bull. de 1917).

Ces articles, ainsi que bien d'autres, qu'il serait trop long d'énumérer ici, sont des plus intéressants et contiennent un merveilleux enseignement.

A aucun moment de sa carrière, à aucun âge, Henry Bourget n'a connu l'inaction; jusqu'à la fin de sa vie il fut à la tâche; il succomba le 19 septembre 1921, à l'âge de 57 ans.

En lui, l'Observatoire de Marseille perd un directeur des plus actifs, des plus savants des plus dévoués, des plus affables qu'il ait jamais connus; la science, un de ses pionniers les plus distingués, la Commission météorologique des Bouches-du-Rhône, un causeur aimable et spirituel, l'âme de ses assemblées; la France, un représentant de son clair génie dont, à l'étranger, on admirait le savoir et respectait l'autorité.

L. VAN AERSCHODT.

## Bibliographie.

BAUER, EDMOND. — *La Théorie de Bohr, la constitution de l'atome et la classification périodique des éléments.* — Conférence faite le 10 février 1921 et publiée, avec des compléments sur les travaux récents, par la Société de chimie physique. Paris, Hermann, 1922. Une broch. de 52 p. (4 fr. 50).

Comme on le sait, la caractéristique de la théorie atomistique de Bohr est d'avoir réussi à concilier dans une mesure remarquable la théorie dynamique de l'atome (centre positif avec révolution des électrons négatifs) avec la théorie des quanta de Planck qui seule permettait d'expliquer l'équilibre du rayonnement dans une enceinte fermée. L'étude si substantielle de M. Edm. Bauer, après avoir retracé le développement des théories atomistiques, est consacrée ensuite dans sa partie principale à esquisser le développement si harmonieux et encore si plein de promesses de la théorie dynamique de Bohr. Il ne semble pas possible de donner l'analyse de ce beau mémoire qui est lui-même comme la quintessence de toutes les études récentes sur ce terrain d'avant-plan de la physique moderne. Notre collègue M. Boutquin, dans un travail en cours sur le monde stellaire des nébuleuses, a été conduit d'une manière toute logique à remonter au monde atomique qui semble par certains côtés se présenter comme son image, et conséquemment à faire connaître en termes généraux ces études atomistiques. Nous ne pouvons que demander à nos lecteurs de vouloir bien, comme complément aux quelques indications générales que nous venons de tracer ici, se reporter aux intéressantes études de M. Boutquin que publient les Bulletins de notre Société.

E. L.

EMILE PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — *La Théorie de la Relativité et ses applications à l'Astronomie.* — Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>, Paris.

Le grand public qui ne se préoccupe guère habituellement des théories physiques s'est intéressé à la doctrine de la Relativité en raison surtout des propositions d'allure paradoxale qu'on y rencontre. Il y a vu principalement une modification dans les idées fondamentales de l'humanité relatives à l'espace et au temps.

Dans le petit livre que M. Emile Picard vient de publier chez Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>, *La Théorie de la Relativité et ses applications à l'Astronomie*, l'éminent secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, se propose de tracer une esquisse historique et critique de la théorie moderne de la Relativité en vue d'en indiquer les applications à l'Astronomie. Tout en se demandant si c'est un progrès que de ramener la physique à la géométrie, l'auteur rend hommage à l'effort accompli par Einstein dans son audacieuse tentative.

Comme on ne peut *a priori* dire ce qu'est le temps, on doit se borner à le mesurer. Cette question de la mesure du temps est capitale. Si l'on se refuse d'entrer dans les vues d'Einstein sur le mode de mesure du temps et si l'on n'admet pas l'interprétation que donnent les relativistes de l'expérience célèbre de Michelson, la théorie manque de base.

Cet intéressant petit volume, d'un prix extrêmement modique, sera lu avec fruit par tous ceux qu'intéressent les théories nouvelles.

VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins

---

par *Hubert TSCHEUSCHNER*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin. 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France  
et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,  
107, boulevard Saint-Germain, à Paris  
au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



ANCIENNE MAISON  
S. GECELE  
**D. AVANZO**  
Successeur  
86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**  
pour amateurs et professionnels

TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS

Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres





## BULLETIN

DE LA

*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                          | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Les éclipses de lune</i> , par Hauptmann.                                             | 115   |
| <i>La taille des miroirs de télescopes à portée de l'amateur</i> , par Paul Vincart.     | 126   |
| <i>Note sur l'éclipse de soleil du 28 mars 1922</i> , par Luis Rodas, P. J.              | 133   |
| <i>Les nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                          | 133   |
| <i>Les principes physiques de la « relativité restreinte »</i> (suite), par E. Lagrange. | 144   |
| <i>Du temps et de sa mesure</i> (suite et fin), par Gheury de Bray.                      | 148   |
| <i>Éphémérides astronomiques pour mai 1922.</i>                                          | 154   |
| <i>Notes : Sismologie.</i> — Station sismologique de Cartuja (Grenade), par E. L.        | 158   |
| <i>Biographies. (Silhouettes d'astronomes contemporains</i> (suite), par A. Collard.     | 158   |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire, à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LES ÉCLIPSES DE LUNE

(Communication du 21 janvier 1922.)

Le phénomène si intéressant des éclipses de lune semble actuellement quelque peu négligé par les observatoires officiels.

Sans doute, les données mathématiques qui s'y rapportent sont-elles impossibles à vérifier avec précision, comme c'est le cas pour les éclipses de soleil. Sans doute aussi, les énormes progrès réalisés tous les jours dans d'autres domaines encore pleins de mystères tentent-ils plus volontiers le zèle des astronomes de profession, et cela se comprend.

Il s'explique donc, quoiqu'il soit permis de le regretter, que l'on semble abandonner aux simples amateurs l'observation d'un phénomène où la science pourrait encore glaner avec fruit.

Nous croyons, pour notre part, que l'astro-physique et la météorologie de la haute atmosphère auraient beaucoup à gagner à ce que l'observation rationnelle et attentive des éclipses de lune soit organisée officiellement avec tous les moyens appropriés, tout en faisant appel au concours des amateurs pour multiplier le nombre des observations simultanées de chaque éclipse. On éliminerait ainsi bon nombre de chances d'erreurs, dans ce domaine où le côté subjectif joue un rôle considérable, et l'on éviterait que, par suite de conditions locales défavorables ou de toutes autres circonstances, ces phénomènes échappent, comme cela s'est passé pour l'Observatoire royal d'Uccle lors de l'éclipse du 2 mai 1920, aux observations des professionnels les mieux qualifiés.

Les éclipses de lune présentent à nos yeux des phénomènes lumineux et des colorations essentiellement disparates, dont la plupart sont loin d'avoir encore été jusqu'ici analysés ou expliqués. C'est à opérer parmi tous ces phénomènes un premier classement que tend la première partie de cette étude. La seconde aura pour objet principal de les analyser et de discuter la valeur des explications qui en ont été données jusqu'ici ou que nous-mêmes nous suggérerons. Nous verrons que, pour la plupart d'entre eux, l'on n'arrive qu'à des conclusions tout au moins dubitatives, sinon négatives. Et c'est bien là, semble-t-il, ce qui doit exciter le zèle des chercheurs : l'esprit humain, dans tous les domaines, a besoin de certitudes, et c'est répondre à

l'une de ses aspirations essentielles que de s'efforcer d'en acquérir, là même où leur absence passe encore inaperçue.

\* \* \*

Avant d'aborder le fond du sujet, rappelons quelques données essentielles du système des trois corps : soleil, terre, lune, dont les évolutions ramènent périodiquement, tous les dix-huit ans et onze jours (Saros), les mêmes éclipses.

La distance moyenne actuellement admise du soleil à la terre est de 149 501 000 km.; celle de la terre à la lune de 384 400 km.

Les diamètres respectifs des trois astres sont : pour le soleil : 1 390 000 km., pour la terre : 6 370 km., pour la lune : 3 480 km.

Il s'ensuit que, géométriquement parlant, le cône dessiné dans l'espace par les tangentes aux sphères solaire et terrestre, doit avoir en moyenne une longueur de 1 337 648 km., soit presque la distance du soleil à la terre, de beaucoup plus grande par conséquent que la distance maxima de la terre à la lune. Par suite des inclinaisons respectives des orbites terrestre et lunaire, il se fait qu'à certaines époques la lune passe dans ce cône géométrique et qu'il y a éclipse de lune.

Mais l'ombre portée sur la lune dans ce cas est rarement absolue. La luminosité dont notre satellite continue généralement à jouir s'explique par le fait qu'au sein de la portion de l'atmosphère terrestre éclairée par les rayons du soleil tangents au sphéroïde terrestre, il se passe un grand nombre de phénomènes : réfraction, diffraction, diffusion, dispersion, absorption, réflexion simple, double, multiple, totale, etc.

L'un des effets principaux de ceux-ci est d'infléchir ces rayons vers l'axe du cône d'ombre et de ramener ainsi la longueur de l'ombre réelle à une valeur d'environ 300 000 km. Celle-ci, remarquons-le, est toujours plus petite que la plus courte distance de la terre à la lune. Notre satellite n'est d'ailleurs jamais bien loin au delà du sommet du cône d'ombre absolue. Lors donc que, fait assez rare, la lune disparaît d'une façon complète au cours d'une éclipse, ce n'est ni à l'ombre géométrique, ni à l'ombre absolue qu'il faut attribuer cette disparition. Celle-ci ne peut être que d'ordre optique ou météorologique, comme le sont du reste tous les phénomènes d'éclairement et de coloration si variées du disque lunaire au moment des éclipses, et que nous allons passer rapidement en revue.





FIG. 1.— *Eclipse totale du 22 avril 1902.*

Observation de M. Waterschoot, à Graz. — Couleur générale rouge brique, double liséré lumineux.

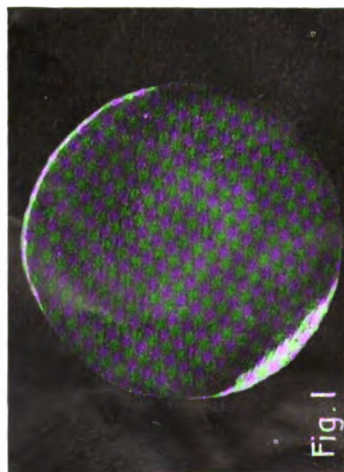


Fig. 1

FIG. 2.— *Eclipse totale du 22 avril 1902.*

Observation de M. Waterschoot, à Graz. — Couleur générale rouge brique, liséré lumineux.

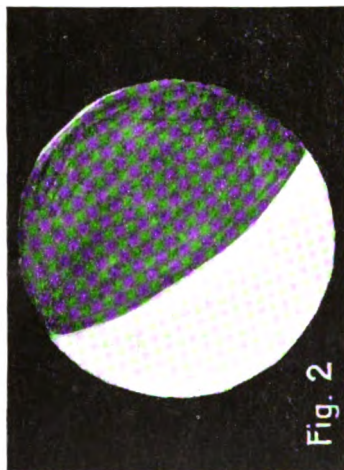


Fig. 2

FIG. 3.— *Eclipse totale du 17 octobre 1902.*

Observation de M. Benoit, observatoire de Juvisy. — Coloration générale marron, liséré lumineux interrompu



Fig. 3

FIG. 4.— *Eclipse totale du 3 juin 1908.*

Observation à l'observatoire de Caruaja. — Couleur générale rouge foncé, filament jaune qui a été photographié.



Fig. 4

FIG. 5.— *Eclipse partielle du 1er avril 1912.*

Observation rapportée par les *Annales astronomiques de Flammarion*. — Lente gris-bleu ardoise, liséré lumineux et frange bleu-noir.



Fig. 5

FIG. 6.— *Eclipse totale du 2 mai 1920.*

Observation de M. Hauptmann, à Uccle. — Accentuation du bord extérieur de la partie ombrée.



Fig. 6

\* \* \*

## PREMIÈRE PARTIE

Afin d'établir un classement des phénomènes à analyser, voici quelques indications sur un certain nombre d'intéressantes éclipses de lune dont il nous a été possible de retrouver des observations détaillées, et à deux desquelles nous avons assisté nous-même en spectateur attentif et émerveillé.

### Éclipse du 22 avril 1902.

Par suite de conditions climatiques défavorables, cette éclipse n'a pu être observée dans de bonnes conditions dans l'Europe occidentale. M. Touchet, dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* de décembre 1902 (1), publie le compte rendu d'un certain nombre d'observations intéressantes faites dans l'est de l'Europe, en Russie notamment, ainsi que quelques beaux dessins que nous reproduisons en partie schématiquement, à défaut de pouvoir le faire en couleur dans notre bulletin (planche I, fig. 1 et 2).

*Première observation. — Sevsk, Russie.*

*Début.* — Œil nu et lunette. — Ombre rouge (fait presque général dans la plupart des éclipses). — Bord gris jaunâtre. On ne dit pas si c'est le bord du disque ou si c'est le terminateur (nous penchons pour le terminateur). Ce serait la « frange », verte généralement, dont le coloris ne serait pas « vert » par suite de circonstances spéciales.

*Totalité.* — Bonne visibilité à la lunette et à l'œil nu. Le disque présente les teintes suivantes de gauche à droite (c'est-à-dire de l'Orient à l'Occident) : pourpre, rougeâtre, orange, jaune. Les colorations vues à l'œil nu et à la lunette sont identiques (ce qui n'est pas toujours le cas).

Remarquons que, pour la couleur pourpre, qui correspond au violet, et qui provient ici sans doute, vu son rapprochement du rouge, d'une superposition des zones spectrales où le rouge et le bleu dominant, il y a *intersion* de l'ordre du spectre dont les couleurs doivent se présenter normalement dans l'ordre : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet.

---

(1) P. 513 à 517.

*Deuxième observation. — Toula.*

*Totalité.* — Au début (8 h. 40) à l'œil nu, le bord occidental est clair, presque éclairé. Au Pôle Nord, rouge très foncé. Bonne visibilité à l'œil nu et à la jumelle. Celle-ci fait disparaître la couleur rouge, ne laissant voir qu'un jaune gris foncé. (La comparaison avec l'observation précédente montre que certains instruments affectent la coloration, alors que d'autres la laissent intacte).

L'auteur de cette observation fait remarquer que lors de l'éclipse du 4 septembre 1895, la lune éclip­sée était presque invisible, contrairement à ce qu'il constate aujourd'hui. Voici donc, constaté par le même observateur, un cas d'« invisibilité » et de « visibilité ». Le facteur subjectif est ainsi éliminé pour ces deux observations.

*Troisième observation. — Mitau.*

Pendant la phase de *totalité*, bonne visibilité, on voit des détails. Couleur générale brun rouge.

Dix minutes après le début de la *totalité*, le bord occidental devient rougeâtre (ce qui concorde avec l'observation précédente). Puis, l'éclaircissement gagne vers le sud, et enfin vers l'est. Ce dernier bord devient ensuite vert bleuâtre.

Il s'agit ici vraisemblablement de la réapparition de la « frange », ce qui est dans l'ordre normal des choses; le bord où la lumière de la pénombre va réapparaître devant d'abord redevenir jaune, puis rouge clair, avant qu'apparaisse la « frange ».

Pendant la phase de *décroissance*, la « frange » gris verdâtre est visible.

*Quatrième observation. — Tiflis.*

Cette observation confirme les précédentes.

Le ton, brun rougeâtre à l'œil nu, à la lunette paraît gris jaune.

D'autres observations faites en Angleterre, pendant des éclaircies de nuages, confirment les précédentes.

Le même bulletin de la Société astronomique de France publie (page 516) une série de dessins très intéressants de M. Waterschoot, à Graz (Styrie).

De l'analyse de ces dessins, dont deux sont schématiquement reproduits planche I, fig. 1 et 2, il résulte que pendant la phase de tota-



lité, la teinte générale fut rouge brique foncé, plus clair d'abord vers le côté où le croissant lumineux a disparu, puis devenant orangé clair à l'endroit où la lumière va réapparaître, ce qui est tout à fait normal.

Les dessins n'indiquent pas la « frange » verte ou bleue signalée par d'autres observateurs.

Ce qui est très remarquable sur ces dessins qui paraissent d'ailleurs exécutés avec énormément de soin, c'est l'*éclairage relatif* des deux bords opposés du disque lunaire au moment où la lumière allait réapparaître (pl. I, fig. 1), et la présence d'un liseré lumineux vers le milieu de la phase décroissante (pl. I, fig. 2).

En résumé, la plupart des observations montrent que tout, dans cette éclipse, semble s'être passé conformément à la généralité des cas, et nous pensons que l'on peut la considérer comme le type le plus fréquent et normal de l'éclipse de lune, sauf l'éclaircissement des bords opposés et le liseré que nous venons de signaler.

Les conclusions que M. Emile Touchet base sur les observations que nous venons de résumer sont d'ailleurs les suivantes : il existe des divergences certaines dans la traduction des couleurs observées ; cela tient non à des différences réelles d'apparences, mais à un facteur subjectif personnel à chaque observateur.

Comme nous le verrons plus loin, des différences semblables ont été notées par l'abbé Moreux, à l'occasion de l'éclipse du 2 mai 1920. Cet astronome, lui, les attribue plutôt à des variations dans l'état de l'atmosphère aux différents points d'observation considérés (vapeurs d'eau, fumées, poussières, etc.).

Quant à nous, nous sommes persuadés que ces deux thèses, à première vue antagonistes, sont défendables, et qu'il est très possible de les accorder. Nous nous en expliquons plus loin.

### Éclipse du 17 octobre 1902.

(*Bulletin de la Société astronomique de France*, décembre 1902, p 502 à 522.)

A l'Observatoire de Juvisy, M. Benoît note :

*Première phase.* — Le bord lunaire plongé dans l'ombre reste visible *presque* entièrement : « En partant du Sud, dit-il, on le suivait » sur plus de sa moitié, alors qu'en partant du Nord on ne le voyait » qu'à une faible distance de son intersection avec le cône d'ombre ». La coloration générale est marron. M. Benoît, qui pourtant devait

avoir à sa disposition des instruments facilitant l'observation, ne parle pas de frange verte.

Nous avons reproduit graphiquement et schématiquement cette observation dans le croquis (pl. I, fig. 3), en ce qui concerne la visibilité du bord.

M. Lucien Redoux, à Douville, note : pendant la *totalité*, couleur rouge sombre. Bonne visibilité du disque.

M. Brugnière, à Montpellier : Bonne visibilité, couleur rouge brique très prononcée. Partie sud-sud-est très claire, nord-est plus sombre.

M. Léon Guyot, à Soissons : Bord de l'ombre très net, presque sans dégradation (donc pas de frange verte, semble-t-il?). Ombre couleur rouge cuivré.

*En résumé*, coloration normale, liséré lumineux et absence de frange.

### Éclipse totale du 9 février 1906.

Observatoire de Cartuja (Grenade).

(*Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, mai 1906.)

17 h. 42. — Premier contact ombre.

18 h. 26. — La partie éclairée devient rouge.

18 h. 29. — La partie obscurcie reste visible, couleur cendrée bleuâtre.

18 h. 30. — Le segment éclairé devient rouge or légèrement *violacé*.

18 h. 35. — La partie éclipsée devient invisible (contrairement à ce qui se passe d'ordinaire pendant la phase croissante, car, généralement, la partie ombrée semble devenir d'autant plus claire que la phase se rapproche de la totalité).

18 h. 43. — Éclipse totale.

18 h. 56. — Le globe est *invisible* même à la lunette de 109; on le devine faiblement à la lunette de 32 cm.; couleur *cuivre foncé*.

C'est un bel exemple de cas d'invisibilité totale ou presque.

### Éclipse totale du 3 juin 1908.

Observatoire de Cartuja (Grenade).

(*Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, juillet-août 1908.)

*Totalité*. — Couleur générale rouge très foncé. Bonne visibilité.

Cette relation insiste surtout sur un phénomène qualifié par l'auteur

de *très étrange*, et consistant dans l'éclairement d'un filament jaune s'étendant sur environ  $60^{\circ}$  au bord du disque pendant la phase de la totalité. Ce filament qui a été vu par divers observateurs et avec divers instruments a même pu être photographié.

Cette observation est confirmée dans le même bulletin pages 337-338, par M. F. de Roy, qui observe à Anvers dans des conditions peu favorables, le ciel étant brumeux. Couleur grisâtre (due sans doute à la vapeur d'eau de l'atmosphère). Le bord nord-ouest reste éclairé pendant toute la phase de la totalité.

Un autre observateur de cette même éclipse, M. Marius Honorat, qui opérait dans le midi de la France, représente ce même aspect sur un beau dessin paru dans le *Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, de juin 1909. Il s'agit donc ici d'un phénomène bien caractérisé (pl. I, fig. 4).

### **Éclipse partielle du 1<sup>er</sup> avril 1912 (1/5 seulement du disque lunaire).**

(*Annales astronomiques de Flammarion*, année 1913, p. 289-292.)

Des très nombreuses observations publiées, il résulte principalement ce qui suit.

Les observations concordent sur les points suivants. La couleur rouge cuivré, si fréquente, n'a pas été observée. La *teinte générale* était gris bleu-ardoise, plus ou moins foncé, légèrement violet, mais sans rouge. Un liséré lumineux a été remarqué par trois observateurs. Un l'a vu plus large, les deux autres plus étroit. Un observateur note une frange *bleu noir* (pl. I, fig. 5).

### **Éclipse totale du 2 mai 1920.**

Cette éclipse est la première de celles que nous ayons observées personnellement d'une façon très attentive. M. l'abbé Moreux a reproduit avec d'autres une partie de nos observations dans sa *Revue du Ciel*, numéro de juillet 1920, p. 870. Voici ce qu'il en dit :

« L'éclipse de lune que nous n'avons pu observer à Bourges en raison d'un temps complètement couvert, nous a valu de nombreuses communications de nos lecteurs. Dans l'impossibilité matérielle de les reproduire toutes, nous signalerons les plus intéressantes.

» M. Max Hauptmann, de Uccle-Bruxelles, nous écrit : » Les deux

» points qui m'ont surtout frappé sont : 1° l'accentuation du bord  
» extérieur de la partie ombrée lors de la première phase (pl. I, fig. 6),  
» circonstance que je n'ai jamais constatée aux différentes phases de  
» la lunaison. Le terminateur est loin d'être net; les cornes sont  
» émoussées; 2° la grande visibilité du disque pendant la totalité,  
» quoique avec émission de lumière très réduite; toutes les mers  
» étaient reconnaissables à l'œil nu; 3° obscurité complète du ciel où  
» scintillaient les étoiles comme par une nuit sans lune. Le disque  
» lunaire présente une couleur terne, peut-être légèrement rougeâtre  
» vers le N.-E. plus sombre, et jaunâtre vers le S.-W. plus clair!  
» Impossible de constater qu'il porte ombre, et cependant il est très  
» visible, puisqu'une personne réveillée au moment de la phase pour  
» la contempler ne se rendait pas compte, dans les premiers moments,  
» de la différence qu'il y avait entre l'éclipse et l'aspect ordinaire de  
» la pleine lune. »

» M<sup>me</sup> Dutot, à Vacognes (Calvados), a remarqué une teinte rose  
» foncé au N.-E. plus claire et un peu lumineuse au S.W.

» M. H. Despois de Folleville, peintre, dessinateur et sculpteur de  
» talent, a fait, à Saint-Maurice (Seine), des observations d'un grand  
» intérêt sur la couleur de la lune au début de l'éclipse. La phase  
» totale étant commencée, la partie sombre était violet foncé; ce ton  
» se dégradait en plus pâle jusqu'au croissant lumineux qui lui parut  
» blanc.

» A Nantes (place Saint-Pierre), un correspondant dont je ne puis  
» déchiffrer la signature, signale un fait assez curieux et qui montre  
» bien l'influence de notre atmosphère sur la coloration du disque  
» lunaire. Pour lui, la partie S.-W. était rougeâtre sombre, et la  
» partie N.-E. à peu près complètement obscure. « Grâce à la pureté  
» du ciel, ajoute-t-il, c'est la plus belle éclipse qu'il m'ait été donné  
» de contempler ».

» M. P. Devaux, élève de Polytechnique, note au début que la  
» partie sombre offre une teinte bleuâtre; pendant la totalité, couleur  
» sombre et rousse; la lune paraissait vue à travers un nuage chargé  
» de vapeurs ferrugineuses. Détail peu remarqué précédemment par  
» les observateurs : M. Devaux signale des effets d'irradiations de la  
» partie éclairée : « le croissant, dit-il, semble taillé dans une lune  
» plus grande que le disque roux; au moment où il fut sur le point  
» de disparaître, il semblait une hernie, comme la cornée sur l'œil ».

» M. Mathéron, à Lille, a noté des teintes semblables à celles de

» l'observation précédente, le disque lui parut chocolat foncé; il est  
» donné comme rouge sombre par le Dr Herman, de Mons; donc à  
» peu près dans la même région, les couleurs diffèrent ».

» Les observations de M<sup>lle</sup> R. David, dans le Loiret, s'accordent  
» avec les autres sur la visibilité extraordinaire du disque éclipsé.

» M. Le Treste nous envoie ses notes prises tous les quarts d'heure;  
» nous regrettons que le manque de place nous empêche de les repro-  
» duire; au début, la part dans l'ombre est voilée de noir, le reste est  
» jaune légèrement lavé de rouge. A 2 h. 30, la teinte est rousse avec  
» des taches noires au centre. Pendant l'éclipse totale, la couleur est  
» rouge tirant sur le jaune orange.

» M. Lambton, de Châteaudun, a noté des détails inédits. Au  
» moment où l'éclipse allait être totale, des oiseaux jetèrent des cris  
» pour « saluer sans doute l'extinction du flambeau de la nuit ». Au  
» milieu de l'éclipse, la lune apparut orange avec des parties jaunes;  
» puis, dix minutes après, une teinte orange foncée se manifeste dans  
» la partie N.-W. Même observation de M. Guérard, en Vendée.

» En résumé, si l'on prend l'ensemble des observations qu'on a bien  
» voulu envoyer à la *Revue du Ciel*, et dont nous n'avons cité que les  
» plus intéressantes, le disque lunaire est apparu avec une teinte  
» roussâtre tirant sur le jaune. Les exceptions à cette règle s'expliquent  
» par des condensations atmosphériques locales. On admettait autre-  
» fois que la lumière solaire seule était en cause; il est certain que la  
» lune ne passant jamais dans le cône d'ombre pure de la terre, doit  
» être teintée des couleurs rouges du soleil couchant; lors donc qu'on  
» l'aperçoit avec une autre teinte, cela tient à un effet atmosphérique  
» local et il est intéressant de constater, une fois de plus, que la  
» coopération de nos lecteurs a mis en évidence un fait absolument  
» ignoré. »

L'on voit donc qu'ici M. l'abbé Moreux n'est pas d'accord avec  
M. Touchet, pour l'interprétation des différences d'observation d'une  
même éclipse, le premier admettant qu'elles ont une réalité objective,  
et l'autre qu'elles sont purement subjectives. Comme nous l'avons dit  
déjà précédemment, nous pensons qu'il est possible de concilier les  
deux thèses.

### **Éclipse partielle du 16-17 octobre 1921.**

Enfin nous en arrivons à l'éclipse qui a donné lieu à la présente  
étude, car elle a présenté à nos yeux, au moment de la totalité, un

caractère particulier absolument remarquable, ainsi, du reste, que le fait ressortir l'abbé Moreux dans sa *Revue du Ciel* de décembre 1921 (p. 1198 et suiv.), en publiant les observations relatives à cette éclipse. Voici quelques extraits de son article : « Grâce à la pureté parfaite du » ciel, l'éclipse de lune du 16 octobre a été remarquable; j'ai pu » l'observer en compagnie de mon ami l'abbé Thiault, curé de Blet » (Cher); nous avons même pris un grand nombre de photographies » du phénomène, à l'aide d'un aplanétique dédoublé. Observée à la » jumelle, la lune n'a jamais cessé d'être visible : teinte violacée » tirant fortement sur le rouge dans la partie centrale.

. . . . .  
» Toutes ces observations se confirment les unes les autres, mais » peu de personnes ont su voir la vraie caractéristique de l'éclipse en » question. Même pendant la phase voisine de la totalité, ce qui a été » le plus remarquable était l'éclairement relatif des bords du disque » lunaire, circonstance extrêmement rare pendant ces phénomènes. » La circonstance de cet éclairage, insolite en apparence, ne me vint » pas immédiatement à l'esprit; cependant, à la réflexion, elle appa- » raît d'une façon indubitable. La lune au 16 octobre n'était pas » encore très loin de son apogée qui avait eu lieu cinq jours aupara- » vant. Son demi-diamètre apparent n'était que de 15'13", ce qui » prouve un éloignement presque maximum. A cette grande distance, » la section du cône d'ombre devait être relativement faible et, si l'on » tient compte de la réfraction atmosphérique terrestre, on comprend » que seule la partie centrale de l'ombre devait présenter une teinte » rougeâtre bien accusée.

» D'Uccle, M. Max Hauptmann nous écrit :

» Dès 9 h. 30. — La couleur du paysage commence à changer, » l'analogie avec les éclipses de soleil est frappante; les objets blancs » prennent une teinte rose très marquée; à l'œil nu, le terminateur » est flou mais très régulier. On commence à apercevoir la partie » ombrée à l'œil nu, comme dans la lumière cendrée; les cornes sont » nettes, l'éclat des étoiles augmente; je puis compter quatre pléiades » à l'œil nu.

» 9 h. 45. — A la lunette (de 0.08) les détails principaux se dis- » tinguent dans l'ombre, mers, golfes, Aristarque en clair; sur terre » les objets blancs deviennent livides.

» 10 heures. — La région ombrée prend une teinte rouge foncé, » marquée vers le zénith d'une zone d'un beau rouge orangé (pl. II,



FIG. 1. — *Eclipse partielle du 16 octobre 1921.*

Aspect du globe au moment du maximum. — Les pointillés indiquent les limites approximatives des zones spectrales, pour montrer la discordance entre celles-ci et les bords du disque éclairés d'une lueur rouge-orange (Observation de M. Max Hauptmann, à Uccle.)

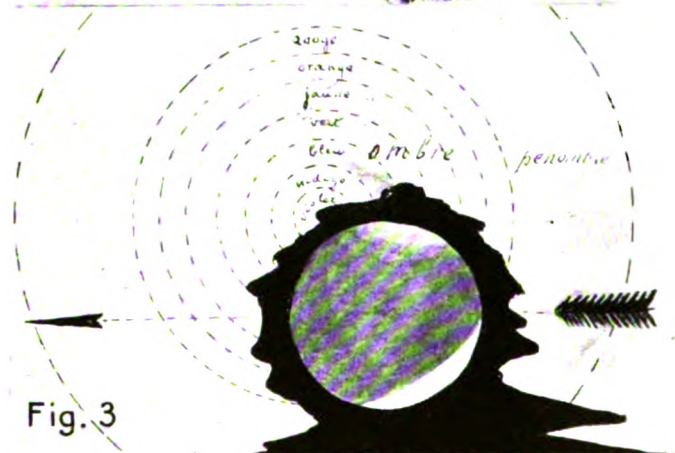
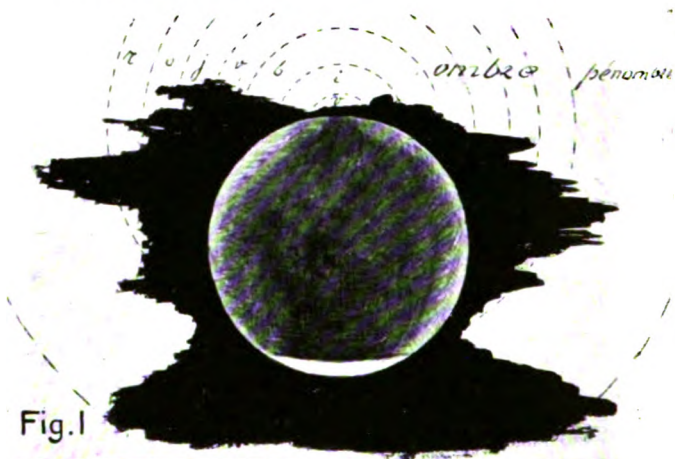


FIG. 3. — *Eclipse partielle du 16 octobre 1921.*

Aspect du globe quelques instants avant la phase de totalité. Une lueur rouge se montre au zénith, mais ne correspond nullement aux zones rouge et orange du cône spectral. (Observations de M. Max Hauptmann, à Uccle et de M. Dupont, à Bruxelles.)



FIG. 2.

Schéma indiquant la façon dont devraient normalement se comporter les rayons solaires après la traversée de la zone de tangence de l'atmosphère terrestre.

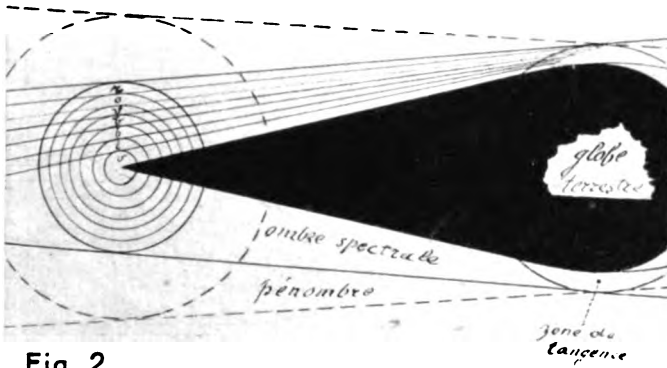


Fig. 2

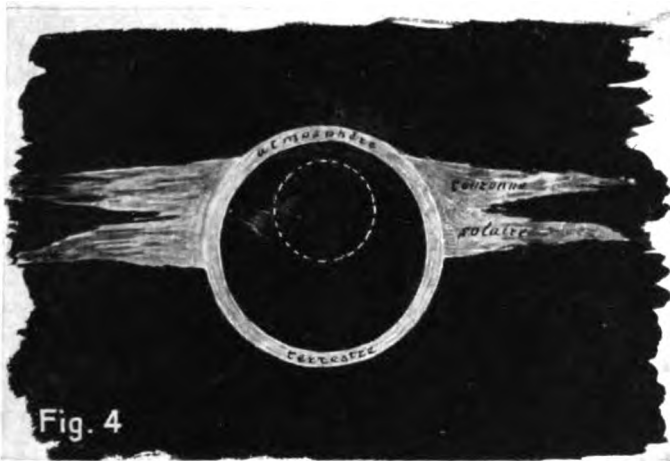


FIG. 4. — Eclipse partielle du 16 octobre 1921.

Aspect que devait présenter le phénomène pour un observateur se trouvant sur la Lune à quelque distance du terminateur et dans l'ombre. La couronne solaire débordant largement le globe terrestre pourrait être la cause de l'illumination anormale des bords.



» fig. 3). La nuit se fait de plus en plus noire; la voie lactée devient  
» visible; je compte six pléiades à l'œil nu; toutes les étoiles brillent  
» d'un vif éclat.

» 10 h. 30. — L'obscurité est complète; le disque lunaire présente  
» un aspect magnifique, tant à l'œil nu qu'à la lunette. A l'œil nu, la  
» partie centrale paraît absolument sombre; elle est auréolée d'une  
» zone formée par le faible croissant resté lumineux, lequel est d'un  
» beau jaune orangé. De chacune des cornes de ce croissant très régulier,  
» partent le long des bords de l'astre des zones claires d'un beau  
» rouge orangé, lesquelles, à mesure que la phase s'avance, semblent  
» se relier à l'opposite du croissant, si bien qu'au moment de la phase  
» complète, le disque se présente sous la forme d'un anneau dont la  
» partie la moins éclairée s'oppose au croissant lumineux.

» A la lunette, tous les grands détails sont visibles. Je distingue  
» parfaitement les rayons de Tycho; l'astre apparaît comme un  
» ballon d'une belle teinte rouge bleuâtre sombre au centre et rouge  
» orangé clair vers les bords (pl. II, fig. 1).

» La partie de l'ombre qui confine au croissant lumineux ne paraît  
» pas aussi orangée, sans doute par un effet de contraste. C'est à peine  
» si à ce moment l'astre porte ombre. L'obscurité est devenue complète,  
» tous les astres brillent d'un éclat incomparable. Il m'a été  
» rarement donné de jouir d'un aussi beau spectacle.

» Contrairement à ce que j'ai constaté lors de l'éclipse du 2/3 mai  
» 1920, je n'ai pas revu l'accentuation du bord extérieur de la partie  
» ombrée, lors de la première phase; ce n'est qu'au moment où la  
» phase était presque totale que l'anneau rouge orangé s'est montré  
» nettement; le terminateur était beaucoup plus net, cette fois; les  
» cornes beaucoup plus régulières; le disque lunaire présentait à tout  
» moment une richesse de coloris beaucoup plus grande. »

Malheureusement, l'éclairement rouge orangé des bords que nous  
avons signalé, ne pouvait pas marquer sur les belles photographies  
prises par M. Dupont et publiées dans le bulletin de septembre-  
octobre 1921 de la Société belge d'Astronomie.

Afin d'éviter toutes redites, nous prions nos lecteurs de se reporter  
à l'article qui accompagne les photographies de M. Dupont : celui-ci  
attribue les phénomènes constatés à la présence de poussière volcanique  
dans la haute atmosphère.

Quant à nous, dans le premier moment, ce phénomène inattendu

nous parut assez naturel, car nous l'attribuâmes à la même cause que l'abbé Moreux, c'est-à-dire à l'éloignement relatif de la lune par rapport au sommet du cône d'ombre absolue, ce qui pouvait faire supposer que les bords du disque devaient normalement se trouver dans les zones rouge, orange ou jaune, donc claires, du cône spectral (pl. II, fig. 2). A la réflexion, toutefois, cette explication paraît insuffisante, et c'est le point de départ de notre petite étude.

(A suivre.)

MAX HAUPTMANN.

## LA TAILLE DES MIROIRS DE TÉLESCOPES A PORTÉE DE L'AMATEUR.

### INTRODUCTION

Dans les pages qui vont suivre je donnerai dans ses détails la fabrication complète d'un miroir objectif de télescope, à portée d'un amateur habile, patient et tenace.

J'engage le lecteur à prendre comme format du disque de glace à mettre en œuvre, 20 centimètres de diamètre et comme foyer du futur instrument, 1 m. 80, soit  $\frac{F}{9}$ .

Plusieurs raisons m'ont incité à suggérer ces mesures.

L'ouverture de 20 centimètres (8 pouces) permet d'obtenir une puissance qui place l'instrument parmi les plus grands, pouvant être utilisé sans diaphragme une bonne partie du temps découvert dont nous disposons en Belgique.

Cette ouverture donne à l'instrument une puissance quadruple de celle d'une lunette de 10 centimètres, qui est la plus grande que l'amateur ordinaire rêve de posséder.

On m'objectera peut-être qu'une semblable puissance n'est réelle pour ce qui concerne la pénétration, qu'*immédiatement après* l'argenterure du miroir. Cette objection a sa valeur, mais, pour un observateur soigneux qui possède un observatoire, pas trop exposé à des vapeurs sulfureuses — fumées de charbon, tuyaux d'aérage, de fosse d'aisance — cet « *immédiatement après* » peut durer quelques années. Il va sans dire qu'il est nécessaire, pour cela, que le tube du télescope soit fermé efficacement tout le temps que l'instrument n'est pas en usage.

A ouverture égale les télescopes réflecteurs sont de valeur pratique presque égale à celles des réfracteurs, à la condition expresse qu'ils soient beaucoup mieux soignés. Leur maniement est aussi plus agréable et leur poids beaucoup moindre.

Le plus grave reproche qui a été fait au réflecteur, c'est l'ennui que donne la réargenteure des miroirs.

Comme je m'adresse ici aux amateurs, aux véritables bricoleurs, je les préviens que cet ennui n'existe pas. Celui qui est capable de mener à bien les différentes phases de la production d'un miroir, trouvera à son argenteure un plaisir très équivalent au moins à celui qu'on trouve au développement d'une plaque photographique correctement exposée.

L'ouverture de 20 centimètres, tout en donnant une grande puissance de définition et de pénétration, a encore l'avantage de permettre l'établissement d'un instrument de grande maniabilité.

La longueur focale relative  $\frac{F}{9}$  est particulièrement favorable au point de vue du polissage et de la parabolisation.

Le grand miroir d'un télescope se rode de façon à obtenir au moment de commencer le polissage une courbe absolument sphérique. Il importe de conserver la pureté de cette courbe pendant toute la durée et jusqu'à la fin du polissage à fond. Ce n'est qu'alors que la surface est parabolisée.

La conservation de la courbe en calotte sphérique réclame beaucoup de soins et de surveillance, la figure ayant toujours une tendance à devenir plus plate au bord qu'au centre. Ce n'est qu'à force de soins qu'on l'empêche de se transformer trop tôt en ellipse qui passe rapidement à la parabole et à l'hyperbole. Or, si pendant le polissage, la transformation d'une courbe sphérique en courbe parabolique est tellement aisée qu'elle se produit parfois insidieusement malgré les soins qu'on met à l'éviter, la réciproque est tout autre. Revenir de l'hyperbole à la sphère ou seulement à une parabole régulière est tellement malaisé, qu'on peut dire que la chose n'est pas possible en pratique. Il peut retourner en arrière et reprendre l'émeri. Cela constitue une grande perte de temps et retarde de plusieurs jours le plaisir rarement égalé d'admirer les corps célestes dans un instrument sorti de ses propres mains.

La quantité de substance qu'il faut enlever à un miroir sphérique pour le rendre parabolique, est d'autant plus petite que le foyer est

plus long. Le choix d'un foyer trop long augmente la difficulté de conserver à la courbe sa forme sphérique pendant toute la durée du polissage à fond.

D'un autre côté, à un miroir de foyer relatif beaucoup plus court que  $\frac{F}{9}$ , mettons par exemple  $\frac{F}{6}$  comme le préconisait Foucault, la quantité de matière qu'il faut enlever au centre et au bord de la sphère pour la paraboliser devient assez considérable pour allonger le travail de sensible façon.

La question de l'achat des oculaires a aussi sa grande importance dans la longueur du foyer.

La mesure du grossissement d'un télescope est obtenue en divisant la longueur focale de l'objectif par celle de l'oculaire.

Pratiquement, comme théoriquement d'ailleurs, l'emploi d'oculaire de foyer équivalent plus court que 10 millimètres est contre-indiqué. Un oculaire plus fort donne bien un grossissement plus considérable, mais sans améliorer la définition. Tout ce qui se trouve dans l'image formée au foyer de l'objectif est décelable par l'oculaire de 10 millimètres.

Je conseillerais toutefois vivement le rapport  $\frac{F}{6}$  à celui qui voudrait essayer son habileté dans la construction d'un miroir de diamètre plus grand que 20 centimètres; mais ceci, dans un autre ordre d'idées.

L'instrument fini aurait avec le même grossissement, outre la pénétration plus grande, une puissance de définition considérablement supérieure. L'image focale quoique du même format (je ne parle pas ici de la scopie stellaire) serait beaucoup plus fouillée, la diffraction relative étant moins grande. Le télescope de 30 centimètres d'ouverture à  $\frac{F}{6}$  ayant la même longueur que celui de 20 à  $\frac{F}{9}$  resterait presque aussi maniable et aussi facilement abritable.

La dernière raison du conseil du format de 20 centimètres, c'est la possibilité pour l'amateur de trouver à petits frais dans le commerce courant les blocs de glace convenable.

L'épaisseur d'un miroir d'optique ne peut descendre en dessous de un huitième de son diamètre sans compromettre gravement sa rigidité. En dessous de cette épaisseur relative de un huitième, si le miroir ne repose pas sur toute sa surface sur un support indéformable, il s'y pro-

duira des flexions qui altéreront la pureté de la parabole qui a exigé tant de soins et tant d'heures de travail — d'où ruine de la définition.

Beaucoup d'auteurs, et pas des moindres, conseillent même de ne pas employer une épaisseur plus petite que  $\frac{D}{6}$ .

Ce rapport nous donne pour un miroir de 20 centimètres d'ouverture une épaisseur de 33<sup>mm</sup>3.

Quand je m'occupais de la taille des miroirs de 20 centimètres, je n'ai jamais trouvé chez les vitriers ni d'Anvers ni du pays de Charleroi de glace de plus de 25 millimètres d'épaisseur. C'est de blocs de cette sorte que j'ai extrait les objectifs des télescopes de MM. De Roy et Dermul de la Société d'Astronomie d'Anvers, et ni eux ni moi n'avons jamais constaté de flexions intempestives.

Depuis ce temps, je sais qu'on a coulé en Belgique des glaces plus épaisses. Chacun peut voir à l'entrée de l'aquarium de la Société Royale de Zoologie d'Anvers, un splendide échantillon de la glace qui a servi à la construction des aquariums. Cette pièce, de 40 centimètres, porte le nom du fabricant.

Si celui-ci peut fournir des blocs ronds de 20 centimètres de diamètre, on ne pourrait trouver mieux.

### Calibres.

Le rayon de courbure d'un miroir concave a une longueur double de celle de son foyer. La courbure de l'objectif que nous allons mettre en œuvre aura donc un rayon de 3 m.60.

Pour nous rendre compte de la valeur de la courbe pendant la durée du travail, nous la comparerons de temps à autre à celle d'un calibre que nous aurons préalablement établi. Ce calibre pourra être en zinc, ou de préférence en verre double.

Pour tracer la courbe du calibre, prenons une latte de 3 m.65 environ, en bois de 25 × 50 millimètres. A 3 m.60 d'une extrémité de la latte, perçons sur le plat un trou de 5 à 7 millimètres de diamètre. Dans ce trou passons un long clou que nous enfoncerons dans un mur assez élevé pour que la latte puisse balancer librement dans un plan parallèle au mur. La cage d'escalier se prête dans beaucoup d'immeubles à cette disposition.

Fixons maintenant à la partie intérieure de la latte, au moyen d'une petite clame en bois et de deux vis, un bon coupe-verre, diamant ou roulette dont (dans le cas où on préférerait un calibre en zinc, une

pointe à tracer suffirait) la partie coupante sera disposée vers la muraille, et dépassera le plan de la latte de 10 à 12 millimètres.

Si nous chargeons maintenant un aide de tenir fermement contre le mur et à bonne hauteur, un carreau de verre double, il nous sera aisé de tracer sur le verre un arc de cercle au moyen de notre grand compas.

Un petit coup sec appliqué au dos du verre nous procurera deux calibres, un mâle et un femelle.

Pour terminer ces deux accessoires de grande utilité, nous n'aurons plus qu'à en roder l'une sur l'autre les deux courbes, avec interposition d'un peu de poudre d'émeri humide.

Si le trait du coupe-verre et la cassure ont été faits régulièrement, 5 à 6 minutes suffiront pour faire disparaître toutes les aspérités et rendre les deux calibres bien uniformes.

### Travail sur tonneau.

*Matériel à se procurer :* Un tonneau dont la partie supérieure arrive environ à hauteur du poignet de l'opérateur se tenant debout.

Deux disques en bois de 20 centimètres de diamètre et de 2 à 2 cm. 5 d'épaisseur.

Deux cylindres en bois dur de 15 millimètres d'épaisseur sur 150 à 200 de longueur.

Deux disques en glace de 200 millimètres de diamètre sur 25 millimètres d'épaisseur. Les vitriers qui fournissent les verres de hublots de navire en possèdent de parfaits.

Un paquet d'émeri n° 1.

Un quart de kilo de poix de Norvège, à se procurer chez le droguiste : bien insister pour obtenir la poix venant du tonneau et *non additionnée* d'huile !

Un matras d'Erlenmeyer de 1 litre (chez le marchand de fournitures pour chimistes).

Une boule de rouge à polir (Linssen, Courte rue Neuve, Anvers; Veuve Cliquet, rue du Midi, Bruxelles).

Plaçons dans la pièce qui nous servira d'atelier, un tonneau rempli de terre pour l'alourdir et le rendre stable. L'endroit sera choisi à une distance des murs et des meubles, suffisante pour permettre une libre circulation autour du tonneau-établi.

Le tonneau portera, à sa partie supérieure, un fond attaché à



demeure. Sur ce fond fixons, au moyen de 4 équerres en fer ou en laiton, un cube de bois dur de 10 centimètres de côté. Cette pièce de bois sera percée, dans le sens vertical, d'un trou bien cylindrique d'environ 15 millimètres de diamètre dans lequel viendra le manche du support de la balle. Il est très utile de paraffiner le cube de bois et le manche du support de la balle, pour éviter que l'eau ne les coince l'un dans l'autre.

Perçons chacun des deux disques en bois d'un trou bien centré et chassons-y, à frottement très dur, les cylindres en bois de 15 centimètres de longueur qui serviront de manche.

Nous passerons maintenant à la fixation des blocs de glace sur leur support respectif.

En argot d'atelier, les outils rodoirs et les blocs de verre mis en œuvre portent le nom de « balles » et « bassins », selon qu'ils sont ou seront convexes ou concaves.

Dans la suite, pour plus de clarté, j'appellerai simplement « balle » le disque de glace que nous allons fixer sur le tonneau, et « miroir » l'autre disque qui est destiné à devenir le miroir objectif.

Le fixage des deux disques sur leur support respectif s'opère au moyen de poix noire.

Chaudfons *très* progressivement les deux verres et amenons-les à une température suffisante pour faire fondre un morceau de poix noire de la grosseur d'une noix que nous aurons déposé à sa surface.

Quand la poix s'est étalée convenablement, déposons-y un des disques de bois muni de son manche. Eloignons progressivement le tout du feu et laissons refroidir lentement, en provoquant un bon centrage et une bonne adhérence. Cette dernière condition sera au besoin favorisée par une pression modérée.

J'ai souligné plus haut le mot *très*; il est en effet extrêmement important que les pièces de glace soient amenées très lentement de la température ambiante à celle de la fusion de la poix et ramenées ensuite à leur température initiale, sous peine de les voir sauter en morceaux.

Ce serait une faute grave pendant ces opérations de poser le miroir et la balle sur un corps bon conducteur de la chaleur.

Éviter soigneusement tout métal et s'en tenir de préférence au bois ou aux paillons.

Je me suis toujours bien trouvé du *modus operandi* suivant :

J'approche peu à peu de la cuisinière, en commençant à un mètre

si le feu est très vif, les disques de glaces mis de champ et convenablement calés sur une chaise. Après un temps variable, quand le verre est tiède, je mets les blocs dans le four de la cuisinière. Après une demi-heure, si la poix n'est pas fondue, je ferme la porte du four. La fusion se produit alors rapidement.

Certaines variétés de poix refusent d'adhérer suffisamment au verre.

On y remédie en nettoyant ce dernier, préalablement, au moyen d'un morceau de linge imbibé de pétrole ou d'essence de térébenthine. Pendant le refroidissement, mettez les pièces à l'abri des courants d'air.

Pendant que les blocs refroidissent, nous pouvons construire un bac circulaire qui nous servira à recueillir l'émeri usé pendant l'opération de l'ébrutage.

Pour fabriquer ce bac, procurons-nous : 1° un disque de zinc, n° 14, de 25 centimètres de diamètre, ayant au centre une ouverture circulaire de 15 centimètres de diamètre; 2° deux bandes de zinc du même numéro, de 6 centimètres de largeur, l'une de 47 centimètres et l'autre de 78 1/2 centimètres de longueur.

Faisons de chacune de ces bandes un cylindre de 6 centimètres de hauteur, que nous souderons l'un autour du disque et l'autre autour de son ouverture centrale. Nous obtiendrons ainsi une rigole circulaire que nous déposerons sur le tonneau autour du bloc cubique qui s'y trouve fixé.

Plaçons maintenant le manche du support de la balle dans le trou du bloc cubique et tout est prêt pour commencer la taille proprement dite. Je décrirai tout d'abord la méthode de travail que j'ai trouvée dans les ouvrages que j'ai pu consulter. C'est par elle que j'ai débuté. Je l'ai abandonnée après avoir employé beaucoup de temps sans grand avancement du travail. Je ne considère toutefois pas ce temps comme perdu, car il m'a permis de bien étudier la manière de se comporter des matériaux utilisés.

Je donnerai ensuite une méthode de travail qui m'est personnelle et qui réduit le temps employé de 10 à 1.

(A suivre.)

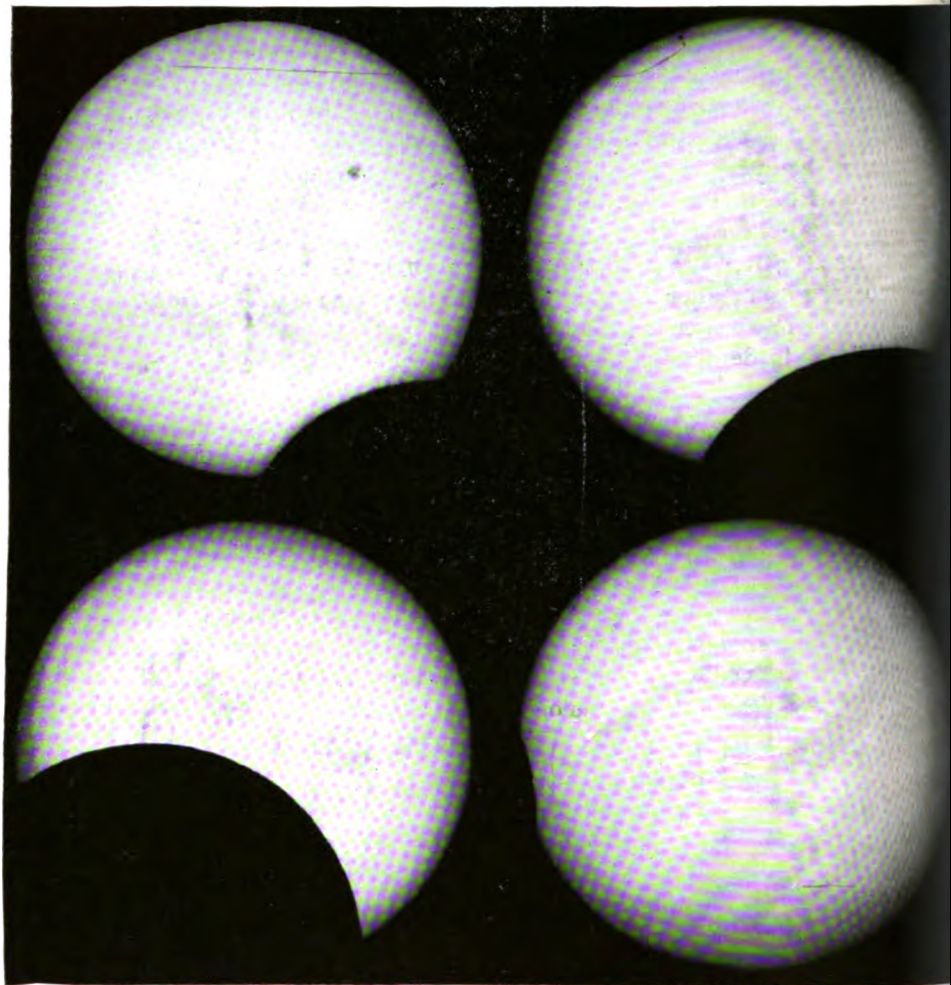
PAUL VINCART,

*Vice-président de la Société d'Astronomie d'Anvers.*



13 h. 8 m. 27 s.

13 h. 21 m. 32 s.



14 h. 19 m. 10 s.

15 h. 33 m. 9 s.

Eclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922.

Photographies de l'Observatoire de l'Ebre (Tortosa)

## NOTE SUR L'ÉCLIPSE DE SOLEIL DU 28 MARS 1922.

(Observatoire de l'Ebre, Tortosa). (Voy. pl. III.)

L'éclipse de Soleil du 28 mars put s'observer dans des circonstances favorables, malgré quelques difficultés dues aux rafales de vent. Le premier comme le dernier contact furent notés dans de très bonnes conditions par le P. Directeur, qui obtint respectivement 12 h. 55 m. 55 s. et 15 h. 34 m. 55 s. pour le commencement et la fin de l'éclipse. Un autre observateur estima le dernier contact à 15 h. 35 m. et quelques secondes.

Le P. Rubio et le F. Forcadas obtinrent cinq bonnes photographies aux heures suivantes : 13 h. 8 m. 27 s., 13 h. 21 m. 32 s., 13 h. 33 m. 33 s., 14 h. 19 m. 10 s. et 15 h. 33 m. 9 s.

Dans la dernière, le contact se remarque encore avec une grande netteté.

La trace de l'éclipse ne se remarque pas dans la courbe de la température de l'air (à l'ombre), par suite du vent fort et du passage de nombreux nuages. Par contre, elle est très apparente sur la bande de l'actinomètre enregistreur : la différence de température entre la boule noire et la boule brillante est réduite de moitié au moment de la phase maximum et reprend la valeur d'environ 10° C. après l'éclipse.

Les courbes du potentiel atmosphérique, du magnétisme terrestre et des courants telluriques ont l'allure normale correspondant à un jour de calme bien défini ; une petite anomalie, plus de deux heures après la fin de l'éclipse, est d'origine douteuse.

LUIS RODES, S. J.

---

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

CONSTITUTION DE LA MATIÈRE. — Quelles sont les idées actuelles sur la constitution de la matière dont parle Einstein ? Qu'est-ce que la théorie des *quanta* ?

Il y a une cinquantaine d'années, la matière était considérée comme étant un assemblage de molécules, chaque molécule formée à son tour par la réunion d'atomes, et l'atome étant la division ultime de la matière. Les étonnantes constatations réalisées par l'analyse spectrale,

à partir de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, notamment, sapèrent d'abord cette conception. Puis ce fut la série de phénomènes déconcertants dus aux corps radioactifs, aux rayons cathodiques, aux rayons de Röntgen et d'autres du même ordre. La physico-chimie se rendit compte ainsi que l'atome était lui-même un édifice très compliqué, et l'étude de sa constitution fut entamée.

Avant 1910, on admettait déjà qu'une molécule-gramme comprend 6 à 700.000.000.000.000.000.000.000 molécules (6 à  $7 \cdot 10^{23}$  molécules), et que le diamètre des atomes varie entre 1 et 5 dix-millionnièmes de millimètres ( $10^{-8}$  centimètres). Les hypothèses et les théories se succédèrent. Nous n'avons pas à nous en occuper en détail ici. J'en parle parce que, au point de vue de l'étude des nébuleuses, telle qu'elle se présente de nos jours, il est indispensable d'avoir au moins quelques notions au sujet des vues actuelles sur la composition intime de la matière, vues qui ne sont généralement exposées que dans des ouvrages spéciaux de lecture difficile pour les non-initiés.

L'atome forme un monde en miniature. D'après les travaux récents de Rutherford et d'autres savants physiciens-chimistes, son *noyau* est une dizaine de milliers de fois plus petit que l'atome lui-même. Ce noyau est cent mille fois plus petit que la distance, dans un corps solide, entre deux noyaux voisins (diamètre de la sphère de protection ou de choc qui entoure chaque noyau); de sorte que la distance de centre à centre de ces noyaux est plus grande, *par rapport à leur diamètre*, que celle des planètes dans le système solaire, ou tout au moins du même ordre de grandeur. Le noyau de l'hydrogène porte une charge positive élémentaire, l'hélium en porte deux, le lithium trois, et ainsi de suite. Autour du noyau gravitent les électrons négatifs, lui formant des espèces de zones de protection. D'après J. Perrin « les » atomes sont des systèmes analogues au système solaire, les électrons négatifs gravitent comme des planètes autour du centre positif qui les attire en sens inverse du carré de la distance ».

L'électron est beaucoup plus petit que l'atome. Son rayon est probablement voisin de deux milliardièmes de milliardième de millimètre ( $2 \cdot 10^{-13}$  centimètres); sa masse est  $1/1,847$  fois celle de l'atome d'hydrogène. Ce dernier est donc 1,847 fois plus lourd qu'un électron. Les électrons négatifs recouvrent le noyau de l'atome en formant des couches concentriques, comme celles de la pelure d'un oignon. D'après Rutherford et Bohr, la force centrifuge équilibre les forces électriques; j'ajoute outre, sans doute, l'attraction existant entre la ou

les charges électriques positives du noyau et les charges électriques négatives des électrons de la zone de protection ou de choc.

C'est de la dernière couche *périphérique* que dépendent les phénomènes chimiques et lumineux. Au contraire, ce sont des couches *internes* que proviennent les rayons Röntgen (rayons X). Vitesse de translation des rayons X, 150,000 kilomètres par seconde.

Les corps radioactifs sont sujets à deux espèces de transformations :  
« dans les unes l'atome se désintègre en perdant une particule alpha,  
» — vitesse de translation environ 20,000 kilomètres par seconde — ;  
» dans les autres, c'est en perdant un électron, rayon Béta, envoyé  
» dans l'espace avec une énergie énorme, sa vitesse pouvant atteindre  
» 290,000 kilomètres par seconde ».

On pense que les phénomènes radioactifs ont leur siège dans le noyau même de l'atome; ils dépendent de sa constitution interne et non de sa charge électrique.

Une théorie nouvelle a été introduite en 1900 par Planck pour résoudre les discordances constatées par l'expérience entre certains faits et les données classiques. C'est celle des *quanta*, généralisée par Einstein en y appliquant les lois de temps et de vitesse de la théorie de la relativité. Le tout réuni est extrêmement compliqué et peu clair jusque maintenant. Bornons-nous à donner une idée du principe, en ayant uniquement en vue ce qui peut être utile pour l'étude des nébuleuses : la matière ne rayonne que par bonds discontinus, par *quanta*, emportant dans l'espace une énergie finie. Un atome doit se trouver dans certaines conditions particulières pour devenir lumineux. Il ne peut émettre une raie spectrale de certaine fréquence que s'il possède au moins le *quantum* d'énergie correspondant. Disons qu'en réalité on ignore quel est le mécanisme précis qui produit l'émission d'une raie.

D'autres physiciens-chimistes, Balmer, Sommerfeld et Bohr notamment, se sont également occupés de la question. Nous y reviendrons au moment opportun.

Dans cet aperçu des vues actuelles sur la constitution de la matière, j'ai reproduit, en partie, quelques données d'un mémoire de M. Bauer, consacré à la théorie électrique de l'atome, dont la conclusion ci-après résume l'état de la question : « Mille faits épars et sans lien apparent » se classent et s'expliquent. Phénomènes chimiques, spectres lumineux, raies de Röntgen, cohésion, capillarité, élasticité, autant de

» domaines séparés pour lesquels on avait imaginé autant de formes  
» distinctes de l'énergie. Les barrières tombent. Toutes ces énergies  
» paraissent se ramener à une seule, l'énergie électromagnétique.

» Nous assistons actuellement à un travail d'unification de la physique, analogue à celui qui avait suivi la découverte de l'électron (1896-1905).

» Les bases nouvelles de la théorie sont au nombre de deux :  
» Existence du noyau positif, de l'électron et de leurs champs électrique et magnétique ;

» Existence des *quanta*.

» L'introduction de cette double discontinuité dans les lois naturelles a renouvelé notre conception de l'univers.

» Dans l'éther — espace continu fluide et insaisissable d'Einstein — viennent s'insérer les atomes d'électricité positive et négative, l'atome d'action  $h$ , points d'appui solides, centres de tout champ de force, noyaux d'énergie rayonnante, qui nous permettent de croire encore à l'existence de la matière.

» Mais il ne faut pas se dissimuler l'obscurité fondamentale des hypothèses.

» L'électron, formé de charges négatives qui se repoussent mutuellement est instable, si l'on ne tient compte que de son énergie électrique : de même qu'une bulle de savon, que l'on charge à l'aide d'une machine électrique, se gonfle et finit par éclater, dès que les forces électriques surmontent la cohésion capillaire, de même l'électron éclaterait, se morcellerait à l'infini s'il n'était maintenu par une énergie inconnue, énergie de cohésion électrique *qui ne peut être d'origine électromagnétique* (Max Abraham, H. Poincaré). Les mêmes remarques s'appliquent aux centres positifs que l'on n'a probablement pas le droit de séparer des électrons. On n'a pas encore déduit toutes les conséquences possibles du principe de la conservation de l'électricité qui lie à toute charge négative une charge positive équivalente, à tout électron un noyau d'hydrogène, portant même charge, mais de signe contraire.

» Quant aux hypothèses de *quanta*, il est inutile de répéter encore que nous ne les comprenons pas. Elles expriment des propriétés inconnues du champ électrostatique, du champ de cohésion électrique des noyaux positifs, champ autrement complexe et riche que celui de la simple loi de Coulomb. La charge électrique du noyau, à elle seule, détermine l'architecture entière de l'atome, édifice dont la



- » complication et l'ordre nous sont révélés par les spectres lumineux.
- » La matière n'est probablement faite qu'avec de l'électricité. Mais la
- » pauvre conception que recouvre ce mot correspond probablement
- » à une vue très sommaire de la réalité.
- » Il y a là quelque chose de troublant et d'encourageant à la fois.
- » A mesure que les faits connus se classent, de nouveaux problèmes
- » se posent, de nouveaux horizons se découvrent (1). »

ENCORE LA GRAVITATION UNIVERSELLE. — Nous devons y revenir un moment. Que le lecteur m'excuse; c'est la dernière incidente, mais elle est nécessaire, avant de poursuivre l'exposé de la question des nébuleuses, sans plus l'abandonner.

Le principe newtonien de la gravitation universelle subsiste depuis environ 250 ans. Dans le domaine scientifique ou de la philosophie naturelle, depuis le XVII<sup>e</sup> siècle, aucune théorie n'a aussi victorieusement résisté, jusque maintenant, aux assauts et aux épreuves, et l'on a pu dire que chaque nouvelle découverte est venue la confirmer dans sa grandiose simplicité.

Des discordances ayant été constatées entre les lois de la gravitation et les faits d'observation, tels que les mouvements anormaux des planètes Vénus, Mercure et Mars, de la Lune, et de certaines comètes, il a été proposé d'y substituer une théorie électro-dynamique dont le principe, émis d'abord au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle par l'illustre astronome, physicien et mathématicien allemand Gauss, a été repris par d'autres savants. Cette conception électro-dynamique du système du monde, d'ailleurs incomplètement développée, n'a pas encore été admise, bien que les vues actuelles de la constitution de la matière, exposées plus avant, soient plutôt de nature à nous en rapprocher.

Mais, comme on le sait, une autre théorie, celle de la relativité du physicien et mathématicien allemand Einstein s'est dressée, en ces derniers temps, en adversaire de la conception newtonienne, tout au moins elle en modifie les bases, en devant néanmoins maintenir la notion du champ de gravitation, comme nous l'avons vu en parlant de l'éther.

Il ne s'agit pas d'aborder ici l'analyse ou la discussion des principes

---

(1) EDMOND BAUER, *La théorie de Bohr. La constitution de l'atome et la classification périodique des éléments*. (Conférence faite le 19 février 1921 à la Société de Chimie-Physique). Paris, 1922.

de la nouvelle théorie, mais il est nécessaire d'exposer succinctement quelques-unes de ses conclusions, dans les limites de notre sujet, dont il sera forcément question plus loin. Le résumé ci-après indique les différences essentielles entre les idées classiques (indiquées par la lettre *C*), et les théories d'Einstein (lettre *E*).

1. *Espace-Temps*. — *C*. L'espace et le temps sont considérés comme *absolus*, et indépendants l'un de l'autre.

*E*. Les notions d'espace et de temps ne s'imposent que par la mesure. Pour l'espace, mesure de longueur; pour le temps, par l'horloge. Les notions d'espace et de temps sont essentiellement relatives, et dépendent l'une de l'autre.

2. *Espace à trois dimensions*. — *C*. L'espace apparent occupé par un corps, ou ses dimensions, est déterminé par trois coordonnées : la longueur, la largeur et la hauteur;

Ou encore, pour un point géographique, par sa longitude, sa latitude et son altitude;

En astronomie par la déclinaison, la latitude et la distance.

L'époque à laquelle ces coordonnées se rapportent doit être indiquée.

*E*. *Espace à quatre dimensions*. — L'espace apparent occupé par un corps, ou ses dimensions, dépend aussi de la *vitesse*, c'est-à-dire du temps que met un observateur à parcourir une certaine distance par rapport à ce corps, ou à un objet : *Le temps est la quatrième dimension de l'espace dans lequel nous vivons*. « La distance dans » le temps et la distance dans l'espace de deux événements donnés » très voisins, augmentent ou diminuent toutes deux quand la vitesse » de l'observation diminue ou augmente. »

3. *Masse. Inertie de la matière ou des corps*. — *C*. La *masse* d'un corps est constante, qu'il soit en repos ou en mouvement. Elle détermine l'inertie de ce corps.

La masse d'un corps, ni son inertie, ne dépendent donc pas du plus ou moins de vitesse de translation, ou de mouvement de ce corps.

*E*. La masse d'un corps varie selon la vitesse de déplacement de ce corps; elle augmente si la vitesse s'accroît. La masse n'est donc pas constante; elle est variable en fonction de la vitesse. « Une masse de » 1 000 grammes pèsera 2 centigrammes de plus à la vitesse de » 1 000 kilomètres par seconde; elle pèsera 1 060 grammes à la vitesse » de 100 000 kilomètres par seconde; 1 341 grammes à la vitesse de » 200 000 kilomètres par seconde; 2 000 grammes (elle aura doublé)

» à la vitesse de 259 806 kilomètres par seconde; 3 905 grammes à la  
» vitesse de 290 000 kilomètres par seconde (1). »

Masse et inertie sont inséparables et identiques.

On sait comment l'inertie de la matière se manifeste. Un corps oppose de la résistance, en raison de son inertie, pour passer de l'état de repos à l'état de mouvement, lorsqu'une force lui est appliquée. Le mouvement persiste lorsque la dite force cesse d'agir aussi longtemps que d'autres forces antagonistes n'arrêtent ce mouvement : résistance de la masse de ce corps, résistance du milieu dans lequel le corps se déplace, frottements ou frictions, etc.

Masse et inertie étant simplement les deux faces d'une même chose, l'inertie, ou résistance, augmente en fonction de la vitesse.

4. *Composition. Addition des vitesses.* — C. Supposons un bateau se déplaçant à raison de 10 kilomètres par heure, dans le sens du courant d'un fleuve, courant ayant lui-même une vitesse de 4 kilomètres par heure. Ce navire aura une vitesse de 14 kilomètres par heure par rapport aux bords immobiles du fleuve (loi de la composition des vitesses).

Supposons un corps se déplaçant dans l'espace à raison de 500 mètres par seconde; sa vitesse sera de 1 000 mètres, de 1 500 mètres... après la deuxième, la troisième seconde... et ainsi de suite à *l'infini* (loi d'addition des vitesses).

E. Ces lois ne sont qu'approchées. *Elles ne peuvent être admises que pour les faibles vitesses.* Supposons que la force agissant sur un corps qu'elle a mis en mouvement conserve la même intensité pendant toute la durée de son action, l'accélération de la vitesse de ce corps ne sera néanmoins pas toujours la même. L'accélération est, au contraire, d'autant moindre que la vitesse augmente, par application de ce qui est dit plus haut, en 3 (augmentation de la masse, ou de l'inertie de la matière en mouvement, corrélative à l'accroissement de vitesse).

En outre, la vitesse n'augmente pas *indéfiniment*, elle ne peut être plus grande que celle de la lumière dans le vide. Celle-ci est d'environ 300.000 kilomètres à la seconde. C'est une vitesse limite, qui ne peut être dépassée parce que la résistance, l'inertie d'un corps, ou d'une particule, devient telle, à pareille vitesse, que cette résistance s'oppose à son accroissement.

---

(1) NORDMANN, *Einstein et l'Univers*, p. 96. — Paris, 1921.

Aux petites vitesses, la loi classique a *l'apparence de l'exactitude*. On a calculé que pour la résultante de deux vitesses, chacune de 100 kilomètres à la seconde, soit 200 kilomètres, l'écart, d'après la théorie d'Einstein, n'est que de 22 millimètres, ce qui est inappréciable avec les moyens d'observation dont on disposait il y a une cinquantaine d'années.

5. *L'énergie*. — C. Est une entité distincte de la masse. Elle est impondérable.

E. L'énergie a une masse, ou masse et énergie ne sont que les deux aspects d'une même chose. La masse n'est que de l'énergie, par conséquence réciproque l'énergie a de la masse.

6. *La lumière*. — C. N'a pas de masse. La propagation de la lumière se fait en ligne droite.

E. La lumière a de la masse; donc elle a du poids et exerce une pression sur l'objet qu'elle frappe.

Elle ne peut se propager en ligne droite que *loin de tout champ de gravitation*. Elle est incurvée, c'est-à-dire qu'un rayon lumineux décrit une certaine courbe *dès que l'influence de la gravitation peut se faire sentir*. Y a-t-il dans l'Univers des espaces réellement vides, c'est-à-dire sans matière et partant sans champ de gravitation? « La matière impose au monde extérieur une courbure dont la gravitation n'est qu'un indice. »

7. *Valeur de  $\pi$  (pi), rapport du diamètre à la circonférence*. — C. Ce rapport 3,1415 . . . . ., fixé par la géométrie euclidienne, est invariable pour tous les corps, sans égard à leur état de repos ou de mouvement.

E. Les effets de la pesanteur étant inverses de ceux de la rotation et de la force centrifuge, il en résulte que la valeur réelle de  $\pi$  est plus petite que sa valeur classique. La différence est insensible pour de petites masses, mais elle est plus marquée pour les grandes masses des corps célestes en rotation.

Je pense avoir indiqué les principales conclusions dont il y aura à tenir compte dans la suite du présent travail.

L'illustre mathématicien français H. Poincaré n'a jamais admis la notion newtonienne d'espace absolu, de temps absolu. Pour lui, et pour d'autres mathématiciens, le temps et l'espace sont essentiellement relatifs. Il a présenté et défendu cette thèse avant Einstein, comme plusieurs autres attribuées à celui-ci. Mais Einstein ne s'est

par borné à démolir les anciennes conceptions; il en a imaginé de nouvelles pour les remplacer, et unifier, en quelque sorte, les grandes lois scientifiques physiques. Il en a fait l'application aux mouvements du monde des atomes — voir plus avant la constitution de l'atome —, aussi bien qu'à ceux des corps célestes. Ses théories seront probablement modifiées, ou abandonnées, à leur tour plus tard, subissant ainsi le sort de toutes les théories qui n'ont d'autre utilité que de présenter, en un faisceau, l'ensemble des lois qui paraissent régir un ordre de faits ou de phénomènes révélés par l'expérience ou l'observation. Si de nouveaux faits viennent infirmer ou corriger les premières constatations, la théorie qui les concerne doit être remplacée par une autre qui y corresponde mieux.

Déjà nous voyons un mathématicien éminent, M. Painlevé, présenter des formules, en opposition à celles d'Einstein, et se poser en défenseur du système newtonien. Il est appuyé par M. Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Paris. Mais quel que soit l'avenir réservé aux conceptions et aux équations d'Einstein, elles auront projeté des lumières insoupçonnées dans la science et montré la voie vers de nouveaux champs de recherches.

Dans la vie pratique, l'application des principes d'Einstein, en les supposant admis et bien établis, est très limitée, et leur connaissance n'a pas d'utilité directe. Dans ce domaine, les différences entre les résultats auxquels on arrive en interprétant les lois classiques et celles de la nouvelle théorie sont, en fait, négligeables ou peuvent être considérées comme inexistantes. Par exemple, aux plus grandes vitesses atteintes par les projectiles, ces différences sont pratiquement inappréciables.

La question change de face lorsqu'il s'agit de vitesses de centaines, ou de milliers de kilomètres par seconde : mouvements de certains astres, vitesse des diverses radiations, vitesse de la lumière, vitesse numérique (nombre) des vibrations des couleurs. La grandeur des masses ou les vitesses dont on a à se préoccuper dans la vie ordinaire, ne sont pas comparables à celles qui entrent en jeu en astronomie. Celle-ci aura-t-elle, et dans quelle mesure, à tenir compte, dans l'avenir, des formules d'Einstein? Répondre à pareille question paraît prématuré.

Les deux théories en présence, celle de Newton et celle d'Einstein, dont les points de départ ne sont pas les mêmes, arrivent cependant toutes deux *à peu près* au même résultat en ce qui concerne la gravi-

tation. « La loi de gravitation d'Einstein est *presque* identique à celle » de Newton ». Aux faibles vitesses, faibles en comparaison de la vitesse de la lumière, mêmes résultats; la divergence ne se produit qu'aux grandes vitesses.

Trois ordres de faits, paraissant être confirmés par les observations, semblent fournir des preuves expérimentales à l'appui des théories d'Einstein.

1. *Perturbations de l'orbite parcourue par la planète Mercure.* — D'après Newton, la direction des orbites parcourues par les planètes du système solaire, par rapport aux étoiles dites fixes, ne se modifie pas. La loi d'Einstein, au contraire, prévoit un faible changement de direction de ces orbites, trop minime pour être observé, sauf pour celle suivie par la planète Mercure. Einstein a calculé que la perturbation doit atteindre 43" d'arc par siècle.

Or, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle les astronomes ont constaté une anomalie du périhélie de Mercure qui a été évaluée également à 43" d'arc par siècle. Anomalie donc très faible, puisqu'elle ne représente pas même une minute. (Rappelons que le diamètre apparent moyen du Soleil mesure 32 minutes. Le déplacement en un siècle serait donc moindre que la trente-deuxième partie du diamètre apparent du Soleil!) La cause de ce déplacement n'était pas connue. On crut pouvoir l'attribuer à l'attraction d'une planète non encore découverte; mais celle-ci ne fut jamais observée, malgré toutes les recherches des astronomes. Einstein donne la clef de l'énigme. Ajoutons, toutefois, que des calculs plus récents réduisent l'anomalie à 38"; la loi d'Einstein indique 43". L'écart est si faible qu'on peut le négliger; le résultat peut donc être considéré comme très satisfaisant. Néanmoins, nous rappelons encore les réserves formulées par M. Painlevé.

2. *La déviation de la lumière par le champ de gravitation.* — D'après la théorie de la relativité généralisée d'Einstein, un rayon lumineux subit une déviation dans un champ de gravitation. Il est impossible de vérifier l'exactitude de cette loi, lorsqu'il s'agit d'un rayon lumineux terrestre, l'intensité de l'attraction de la Terre et la longueur du parcours de ce rayon étant tous deux insuffisantes pour permettre de constater une déviation ou courbure de la lumière. Il n'en est pas de même lorsqu'un rayon lumineux, émis par un corps

céleste, disons une étoile, passe à proximité du Soleil, dont le champ de gravitation est plus intense que celui de la Terre, la masse du Soleil étant vingt-sept fois plus grande que celle de la Terre; en outre, le parcours de ce rayon est beaucoup plus long. D'après Einstein, il y aura déviation du rayon, laquelle sera due par moitié au champ d'attraction newtonien, et par moitié à la modification géométrique de l'espace (incurvation) provenant du Soleil.

Le fait peut être vérifié en prenant des photographies de certaines étoiles, voisines du Soleil, au moment d'une éclipse totale de cet astre. La « Royal Astronomical Society », d'Angleterre, a profité de l'éclipse de Soleil totale du 29 mai 1919 pour organiser deux expéditions, en vue de prendre des photographies d'étoiles, pendant le phénomène, l'une à Sobral (Brésil), l'autre dans l'île Principe (golfe de Guinée).

L'observation ne peut être faite que pendant ces éclipses, parce que, en temps ordinaire, la luminosité du ciel pendant le jour ne permet pas d'apercevoir les étoiles. On avait pris au préalable, la nuit, la photographie de ces mêmes étoiles quelques semaines auparavant, alors qu'elles étaient loin du Soleil et, par conséquent, leurs rayons lumineux non soumis à son influence gravitative.

De l'examen comparatif des diverses photographies dans les conditions indiquées, on a conclu à une déviation des rayons lumineux des dites étoiles, au moment de l'éclipse, dont l'angle, très petit, il est vrai, est sensiblement celui prévu par Einstein.

Ce serait une nouvelle confirmation des données de la théorie relativiste généralisée. Encore une fois, les résultats sont discutés; de nouvelles observations seront nécessaires pour contrôler celles du 19 mai 1919.

3. *Déplacement vers le rouge des raies du spectre.* — Ce phénomène sera expliqué plus loin, lorsqu'il sera question des résultats de l'analyse spectrale.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

## LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA « RELATIVITÉ RESTREINTE ».

(Suite.)

### VII

Le seul moyen de communication que nous ayons avec les astres du ciel, c'est la lumière qu'ils créent et qu'ils nous envoient. Mais le physicien sait aussi la faire naître à volonté et nous avons pu, sur la terre, étudier les lois des phénomènes lumineux comme nous avons étudié celles des autres phénomènes physiques.

Il a fallu de longs siècles pour arriver à établir que la lumière se propage dans l'espace avec une vitesse qui n'est pas infinie. Galilée l'avait soupçonné et après lui Bacon; mais, ce qu'il était facile d'établir pour le son, il était très difficile de le faire pour les radiations lumineuses. La vitesse cherchée était trop grande et à l'époque de Galilée les moyens expérimentaux bien peu développés.

Ce sont des observations astronomiques, celles de Roemer, qui ont pour la première fois donné une valeur numérique à cette vitesse.

Le phénomène observé par Roemer (1675) est l'inégalité apparente des retours successifs des éclipses du premier satellite de Jupiter. La rapidité de la marche de cet astre donne à l'observation des immersions et des émergences du cône d'ombre une grande précision. Comme s'exprime Foucault, « c'est un flambeau qui s'allume et s'éteint à des intervalles de temps réellement égaux » et que l'on observe à des distances variables, lorsque la Terre passe de la conjonction à l'opposition, ou inversement, et que sa distance à Jupiter [qui s'est peu déplacé pendant l'espace d'une année terrestre] augmente ou diminue du diamètre de notre orbite. La somme des retards ou des avances fut évaluée par Roemer à 11 minutes et la vitesse de la lumière à 192 000 km./s. Delambre, qui a repris plus tard la même méthode avec des observations plus nombreuses et une valeur plus précise de la parallaxe, a trouvé 16 m. 26 et 310 000 km./s.

Bradley, en 1727, en cherchant la parallaxe des étoiles, découvrait l'aberration, ce déplacement apparent que fait subir à tous les astres, pour l'observateur terrestre, la vitesse  $v$  de notre révolution autour du Soleil. Toutes les étoiles semblent déviées vers le point où court la Terre et celles qui se trouvent dans le plan perpendiculaire au mouvement



subissent la déviation maxima : elle dépend du rapport  $\frac{v}{c}$  ; on peut donc en déduire ce rapport qui a donné pour  $c$ , suivant les valeurs de la parallaxe (et donc de  $v$ ), les nombres 310 000 et 299 000 km./s.

Telles sont les méthodes astronomiques ; mais les physiciens, à la suite d'Arago, se sont emparés de la question. Foucault, Fizeau, puis Cornu, par des méthodes différentes, ont abordé ce difficile problème. La méthode du premier est dite du « miroir tournant », celle des seconds « de la roue dentée »

Toutes deux permettent de mesurer sur des distances restreintes et même dans l'étendue d'un laboratoire, la vitesse moyenne aller et retour de la lumière entre deux points. Foucault trouva (1850 à 1862) 298 000 km./s. ; Fizeau (1849), 315 000 km./s. et Cornu (1875), qui a repris ses méthodes en les perfectionnant, 298 400 et 300 400 km./s. Quoiqu'il soit impossible de soumettre ces mesures à une comparaison statistique, le nombre de 300 000 km./s. semble devoir se rapprocher de la vérité et les physiciens, comme les *astronomes*, l'ont adopté.

Mais quand Arago (1838) lançait les physiciens dans la voie expérimentale où ils devaient s'illustrer, une grande idée le menait. Il voulait trancher le grand débat soulevé entre Newton d'une part, Young, Huyghens et Fresnel de l'autre — entre la théorie de l'émission et celle des ondulations. Lui-même avait tracé le programme des expériences de Foucault : il fallait mesurer la vitesse de la lumière et dans l'eau et dans l'air. Si la première était trouvée plus petite que la seconde, la théorie de l'émission était renversée — sinon cette théorie pouvait encore vivre. La théorie des ondulations, elle, en aucun des deux cas n'était atteinte, car on pouvait faire de l'éther ce que l'on voulait mais non renverser la mécanique newtonienne.

Mais qu'étaient ces deux théories ?

Newton considérait les corps lumineux comme envoyant dans l'espace avec la vitesse même de la lumière des projectiles matériels très petits ; ces corpuscules, grâce à leur petitesse, passent à travers tous les milieux quand l'épaisseur de ceux-ci est suffisamment faible ; passant de l'air dans une substance transparente, comme l'eau par exemple, l'attraction de la matière augmente leur vitesse : c'est le phénomène de la réfraction ; l'inverse se produit lorsque la lumière passe d'un milieu plus dense dans un milieu moins dense. La réflexion de la lumière s'explique par une répulsion normale à la surface réfléchissante. Sans parler d'autres phénomènes optiques connus à l'épo-

que de Newton, on voit déjà les difficultés d'une interprétation mécanique qui satisfait aux phénomènes de la réflexion et de la réfraction que nous offrent simultanément les substances transparentes.

Mais Descartes, puis Young, puis Huyghens imaginèrent l'éther : ce milieu matériel subtil et élastique remplit l'espace et les corps transparents; la lumière s'y propage sous forme d'ondes que caractérise l'état vibratoire périodique des atomes éthérés. Les phénomènes les plus simples que nous montrent l'observation et l'expérience, la réflexion, la réfraction, la double réfraction, les interférences s'interprétaient sur ces bases mécaniques nouvelles d'une façon bien plus simple et plus compréhensive que par la théorie de l'émission. Quand Foucault eut montré que l'expérience vérifiait la pensée d'Arago et donnait une vitesse plus faible à la propagation de la lumière dans l'eau, la *théorie des ondulations* parut avoir entièrement triomphé.

Cependant, sous la poussée même de la théorie, des phénomènes optiques nouveaux se présentaient en foule à l'observation; le complaisant éther, entre les mains de Fresnel, se pliait à toutes les exigences et prenait toutes les propriétés nécessaires pour y satisfaire; on lui fit perdre ainsi toute réalité physique en le dotant des qualités, les plus contradictoires au point matériel, celles du solide le plus dur et celles du gaz le plus subtil. Les physiciens ne virent ainsi bientôt plus dans l'éther qu'un moyen de représentation commode et non plus un véritable substratum mécanique possible des phénomènes.

Quoi qu'il en soit et quelle que fût son essence, les physiciens ne pouvaient considérer cet éther remplissant l'espace que comme aussi immobile que l'espace lui-même. Si l'adjectif immobile ne vous paraît pas avoir de sens, nous dirons, si vous le voulez bien, immobile par rapport aux étoiles fixes ou bien au Soleil.

Dès lors l'étude des phénomènes lumineux ne pouvait-elle conduire les physiciens à trouver enfin dans cet éther le point fixe qu'ils avaient cherché en vain jusque-là dans l'Univers?

Ils se le demandèrent bientôt et furent ainsi conduits à rechercher si le mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil (le plus rapide de tous ceux dont ils pouvaient disposer) ne se manifesterait pas par quelque modification de phénomènes lumineux observés sur le globe. Il semblait bien certain, par exemple, que, dans la conception d'un éther immobile, la propagation de la lumière dans le sens du mouvement terrestre ou dans le sens inverse, ne pouvait s'accomplir suivant les mêmes lois.

Le nombre des physiciens qui s'attaquèrent au problème est légion. Nous ne pourrions refaire ici, malgré l'intérêt que la question présente pour notre exposé, l'histoire de leurs recherches. Elles sont en connexion intime dès l'origine, avec celles de Fresnel sur l'entraînement *partiel* de l'éther nécessaire à l'explication de l'aberration et conséquemment aussi avec l'expérience de Fizeau sur la vitesse de la lumière dans l'eau en mouvement qui confirmait cet entraînement.

Nous ne ferons que citer, avec Chwolson, les principaux noms : Fizeau (1861), Klinkerfues (1870), Ketteler (1872), Mascart (1872-74), Röntgen (1885), Des Coudres (1889), Lord Rayleigh (1902), Smith (1902), Haga (1902), Trouton (1902), Nordmeyer (1903), Brace (1905), Königsberger (1905). Pour donner une idée de ce genre de recherches, rappelons celles de Mascart (1872-74) : il observait la déviation par un prisme des deux raies D du sodium d'une source terrestre, à midi et à minuit, donc à des instants où la propagation lumineuse se fait (suivant la position du collimateur) dans le sens du mouvement de la Terre ou en sens inverse. Les observations montrèrent que, si la déviation change, sa variation est infiniment plus faible que celle que la théorie prévoit et que l'expérience peut mesurer en toute certitude.

Dans toutes ces recherches les variations des quantités à mesurer sont du premier ordre, c'est-à-dire de l'ordre du rapport  $v : c$  de la vitesse de translation de la Terre à la vitesse de la lumière dans le vide, soit de l'ordre du dix-millième. La vitesse  $v$  vaut en effet 30 km./s. et la vitesse  $c$ , 300 000 km./s.

Malgré ces échecs continus, qui montraient déjà nettement que tous les phénomènes lumineux observés à la surface du globe semblent indépendants de son mouvement de translation, les physiciens ne se tinrent pas pour satisfaits. Ils voulurent pousser plus loin l'approximation et la certitude et imaginèrent de nombreuses expériences, dites du second ordre, parce qu'elles sont capables de mettre en évidence des variations dans les éléments physiques étudiés de l'ordre de  $v^2 : c^2$  ou  $10^{-8}$ . Nous choisirons, dans leur ensemble imposant, comme seul sujet d'étude, la fameuse expérience de Michelson-Morley qui est comme la pierre angulaire de l'édifice nouveau élevé par le génie d'Einstein et qui synthétise si admirablement la science humaine actuelle.

(A suivre.)

E. LAGRANGE.

## DU TEMPS ET DE SA MESURE

(Suite et fin.)

*Équation du temps* (E. t.). — Si l'on compare à un moment donné le temps vrai au temps moyen, on voit que, en général, ils sont différents, quoique la différence ne soit jamais très grande. Cette différence est appelée « équation du temps ». L'équation des temps est donc l'intervalle de temps moyen, positif ou négatif, qui doit être appliqué au temps vrai pour obtenir le temps moyen.

On a donc :  $T.m. = T.v. \pm E.t.$

A midi vrai, le temps vrai est 0 h. 0 m. 0 s. donc on a :

$$\pm E.t. = T.m. \text{ du midi vrai.}$$

L'équation des temps est formée de deux parties; la première : E, due à l'excentricité de l'orbite terrestre, ou au mouvement inégal de la Terre sur cet orbite, est mesurée par la différence des angles horaires du Soleil vrai et du Soleil moyen dynamique; la seconde : E<sub>2</sub>, due à l'obliquité de l'écliptique, est mesurée par la différence entre les angles horaires des Soleils moyens dynamique et astronomique.

*Études des variations de E<sub>1</sub>*. — Soient  $\gamma Q \simeq$ , l'équateur céleste;  $\gamma C \simeq$ , l'écliptique.  $\gamma$  est l'équinoxe de printemps,  $\simeq$  est l'équinoxe d'automne, C est le solstice d'été. Soit P, le pôle céleste.

Appelons S le Soleil vrai et S' le Soleil moyen dynamique. Ils sont tous deux sur l'écliptique, se mouvant dans le sens de la flèche.

QPS est l'angle horaire du Soleil vrai.

QPS' est l'angle horaire du Soleil moyen dynamique.

On a :

$$\begin{aligned} E_1 &= QPS - QPS' = 90^\circ - \gamma PS' - 90^\circ + \gamma PS \\ &= \gamma PS - \gamma PS' = SPS'. \end{aligned}$$

Ces angles sont mesurés par les arcs d'équateur céleste interceptés par leurs côtés; on a donc :  $E_1 = \gamma N - \gamma M = AR \odot - AR \odot m.$  dynamique.

Quand le Soleil est au périhélie S et S', par définition, coïncident et E<sub>1</sub> = 0.

Pour aller du périhélie à l'aphélie, le Soleil met la moitié du temps qu'il lui faut pour parcourir toute l'étendue de son orbite. Le Soleil moyen dynamique lui aussi aura décrit la moitié de sa révolution, et tous deux seront à 180° du périhélie. Ils coïncideront et on aura E = 0.

Vers le périhélie, le Soleil se meut plus rapidement qu'à l'aphélie, donc S sera en avant de S' du périhélie à l'aphélie et  $E_2$  sera positif. C'est le cas que représente la figure. De l'aphélie au périhélie, au contraire, S restera en arrière et  $E_2$  sera négatif.

On voit donc que  $E_2$  s'annule deux fois par an, au périhélie et à l'aphélie. Du périhélie à l'aphélie, il est positif; de l'aphélie au périhélie, il est négatif. La plus grande valeur de  $E_2$  est environ 7 minutes.

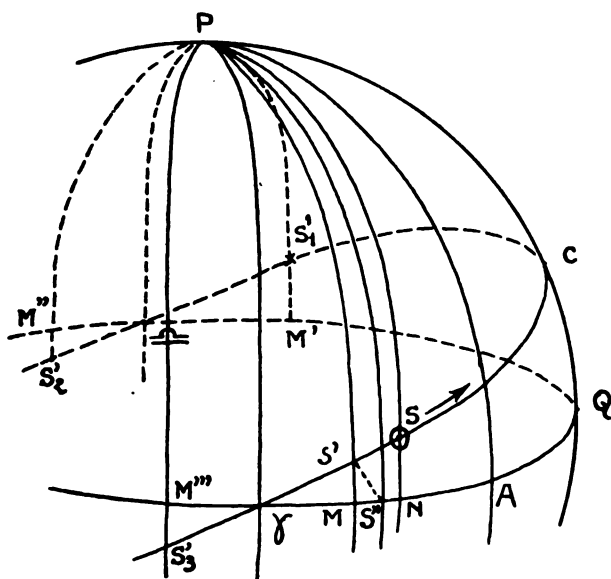


FIG. 10.

*Etude des variations de  $E_2$ .* — Soit S'' le Soleil moyen astronomique. Posons S'' sur l'équateur tel que  $\gamma S'' = \gamma S'$ ,  $\gamma S'$  étant la longitude du Soleil moyen dynamique et  $\gamma S''$  étant l'ascension droite du Soleil moyen astronomique. Soit PA, le méridien céleste du lieu à l'instant considéré.

$\angle APS'$  est l'angle horaire du Soleil moyen dynamique.

$\angle APS''$  est l'angle horaire du Soleil moyen astronomique.

On a :

$$E_2 = \angle APS'' - \angle APS' = \angle AP\gamma - \angle \gamma PS'' - \angle AP\gamma + \angle \gamma PS' = \angle \gamma PS' - \angle \gamma PS'' = \angle S'PS''.$$

Ces angles ayant pour mesure les arcs d'équateur céleste qu'ils interceptent, on a :

$$E_2 = \gamma M - \gamma S'' = \gamma M - \gamma S' = AR \odot m. \text{ dynam.} - \text{long. } \odot m. \text{ dynam.}$$

Le Soleil moyen dynamique est toujours très voisin du Soleil vrai, il passe donc aux points équinoxiaux presque en même temps que le Soleil vrai, et la différence pour notre étude est négligeable, elle revient à appeler équinoxe un instant qui est légèrement différent de l'équinoxe vrai (Soleil réel).

A l'équinoxe de printemps  $S'$  sera donc en  $\gamma$ , long.  $S' = 0^\circ 0' 0''$ , donc  $ARS'' = 0^\circ 0' 0''$ .  $S'$  et  $S''$  coïncident et  $E_2 = 0$ .

Entre l'équinoxe de printemps et le solstice d'été, on a :  $\gamma M < \gamma S'$ ,  $E_2 = \gamma M - \gamma S'$ , donc  $E_2$  est négatif. C'est le cas du solstice d'été, quand  $S'$  est en  $C$ ,  $\gamma C = 90^\circ$ ,  $\gamma M$  devient  $\gamma Q = 90^\circ$ .  $E_2 = 90^\circ - 90^\circ = 0$ .

Entre le solstice d'été et l'équinoxe d'automne, on a :  $\gamma S' > \gamma M'$ , mais  $\gamma Q = \gamma C = 180^\circ$ , donc  $180^\circ - \gamma S' < 180^\circ - \gamma M'$  ou  $\gamma S' < \gamma M'$ ,  $E_2 = \gamma M' - \gamma S'$ .  $E_2$  est positif.

A l'équinoxe d'automne, on a de nouveau  $E_2 = 0$ .

Entre l'équinoxe d'automne et le solstice d'hiver, on a :

$$\gamma S'_2 > \gamma M'' \text{ ou } 180^\circ + \gamma S'_2 > 180^\circ + \gamma M'' \text{ et } \gamma S'_2 > \gamma M'', \\ E_2 = \gamma M'' - \gamma S'_2. E_2 \text{ est négatif.}$$

Au solstice d'hiver, on a de même  $E_2 = 0$ .

Entre le solstice d'hiver et l'équinoxe d'automne, on a :

$$\gamma S'_3 > \gamma M''' \text{ ou } 360^\circ - \gamma S'_3 < 360^\circ - \gamma M''', \text{ donc } \gamma S'_3 < \gamma M''' \\ E_2 = \gamma M''' - \gamma S'_3. E_2 \text{ est positif.}$$

On voit donc que  $E_2$  s'annule quatre fois par an, à l'époque des équinoxes et des solstices. Des équinoxes aux solstices, il est négatif; des solstices aux équinoxes, il est positif.

La plus grande valeur de  $E_2$  est environ 10 minutes.

La valeur de l'équation du temps à différentes époques est la combinaison des valeurs de  $E_1$  et de  $E_2$  à ces époques.

On voit par l'étude des deux éléments  $E_1$  et  $E_2$  que le second doit atteindre sa plus grande valeur positive entre un solstice et l'équinoxe suivant, et sa plus grande valeur négative entre un équinoxe et le solstice suivant. Puisque  $E_1$  n'est jamais plus grand que 7 minutes, et que  $E_2$  atteint jusqu'à 10 minutes, il est évident que l'équation du temps correspondant à un quelconque de ces maxima de  $E_2$  a le même signe que  $E_2$ ; elle est donc, à ces époques, alternativement

positive et négative, elle change donc de signe quatre fois en une année, elle s'annule donc quatre fois par ans.

Barlow et Bryan, dans leur *Elementary Mathematical Astronomy*, donnent un moyen très simple et très élégant de déterminer par un diagramme les valeurs de l'équation des temps pour différentes époques par la combinaison des fluctuations des deux éléments qui la composent. Ayant tracé une ligne horizontale, on la divise en douze parties égales, chacune d'elles représentant un mois. De part et d'autre de cette ligne, à des distances représentant respectivement 7 minutes, 10 minutes et 17 minutes, on trace des parallèles. Ce sont les limites d'écart de  $E_1$ ,  $E_2$  et  $E_3$ .

**Exemple.** — Dans le *Nautical Almanach* pour 1900, page intitulée : « Phénomènes », on trouve les données suivantes :

- 1<sup>er</sup> janvier, 18 h. — ☉ Périhélie.
- 20 mars, 14 h. — ☉ entre  $\gamma$ . Le printemps commence.
- 21 juin, 10 h. — ☉ entre ☊. L'été commence.
- 2 juillet, 1 h. — ☉ Aphélie.
- 23 septembre, 0 h. — ☉ entre ☍. L'automne commence.
- 21 décembre, 19 h. — ☉ entre  $\chi$ . L'hiver commence.

Ces six dates sont celles où  $E_1$  ou  $E_2$  s'annulent.

Marquons-les sur la ligne horizontale. On a ces points  $a$  et  $c$  où la courbe  $E_1$  coupe cette ligne, et  $\gamma$ ,  $\epsilon$ ,  $n$  et  $\nu$  où la courbe  $E_2$  la coupe.

On convient de porter les valeurs positives au-dessus de la ligne centrale et les valeurs négatives au-dessous.

Entre le périhélie et l'apogée,  $E_1$  est positif, son maximum arrive entre les époques où la Terre est au périhélie et à l'apogée. Au milieu de la distance  $ac$ , on élève donc l'ordonnée  $b'b$ ;  $b$  est un point de la courbe. Par un raisonnement analogue, on détermine  $d$ . Pour les facilités du dessin, on marque en  $e$  la position du périhélie du 2 janvier 1901. Par les points  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ , on fait passer la courbe qui représente les fluctuations de  $E_1$ .

Procédant d'une façon analogue pour les valeurs de  $E_2$  entre les équinoxes et les solstices, on obtient les points  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\zeta$  et  $\theta$ . On place  $\alpha$ , solstice d'hiver de 1899, pour faciliter le tracé du dessin. Par les points  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\zeta$ ,  $n$ ,  $\theta$ ,  $\nu$ , on fait passer la courbe qui représente les fluctuations de  $E_2$ .

Pour tracer la courbe représentant  $E_t$ , il suffit de porter sur les ordonnées de chaque mois la somme ou la différence des ordonnées

des deux courbes, selon qu'elles sont d'un même côté ou de part et d'autre de la ligne centrale, au-dessus ou au-dessous, selon que l'ordonnée la plus grande est au-dessus ou au-dessous. On obtient ainsi la courbe en trait plein qui représente les fluctuations de  $Et$ .

On remarque que là où une des courbes  $E_1$  ou  $E_2$  coupe la ligne centrale, est une ordonnée qui donne le point où l'autre courbe est coupée par la courbe  $Et$ , on a donc *a priori* six points de la courbe  $Et$ .

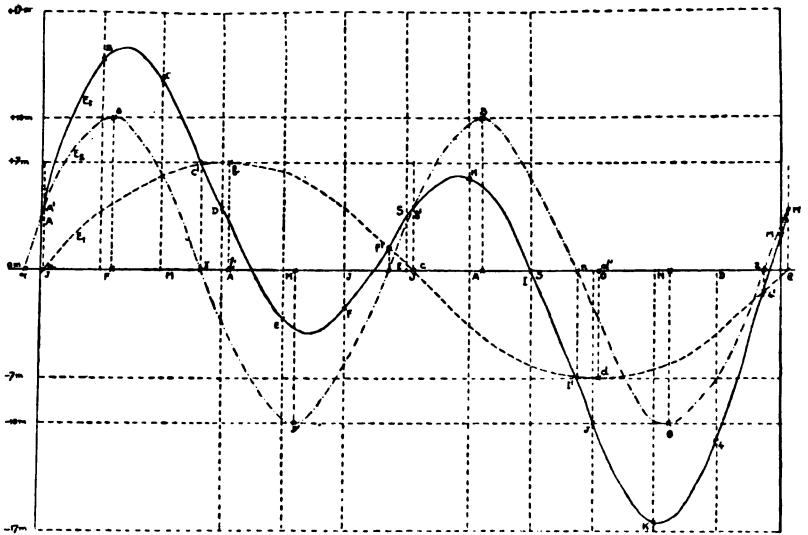


FIG. 11.

On voit que la courbe  $Et$  suit fidèlement les fluctuations de la courbe  $E_2$ ; la courbe  $E_1$  n'intervenant que pour modifier ces fluctuations.

On voit que, comme nous l'avions démontré,  $Et$  change de signe quatre fois par an, le 16 avril, le 15 juin, le 1<sup>er</sup> septembre et le 25 décembre; de plus, on remarque que les plus grandes fluctuations ont lieu durant l'automne et l'hiver, et que les valeurs maxima (positives ou négatives) sont : le 11 février, + 14 m. 28 s.; le 14 mai, — 3 m. 49 s.; le 26 juillet, 6 m. 17 s.; le 3 novembre, — 16 m. 21 s.

Un moyen simple de déterminer l'équation du temps pour un jour quelconque est d'observer le temps du lever et du coucher du Soleil. Si on néglige le faible changement en déclinaison du Soleil durant



le jour, l'intervalle entre le lever et midi vrai est égal à l'intervalle entre midi vrai et le coucher, mais l'heure observée du lever et du coucher donnera l'intervalle entre le lever ou le coucher et midi moyen.

Or, comme midi moyen ne coïncide pas, en général, avec midi vrai, il s'ensuivra que l'intervalle mesuré le matin ne sera pas égal à l'intervalle mesuré l'après-midi.

Soit  $t$  et  $t'$  les temps moyens locaux du lever et du coucher :

12 h. —  $t$  = intervalle du lever à midi moyen.

12 h. —  $t \pm Et$  = intervalle de temps entre le lever et midi vrai.

De même, on a  $t' \mp Et$  = intervalle de midi vrai au coucher, on a donc :

$$12 \text{ h.} - t \pm E = t' \mp E$$

$$\text{d'ou} \quad t + t' = 12 \text{ h.} \pm 2E.$$

Donc la somme des temps du lever et du coucher diffère de douze heures de deux fois l'équation du temps.

#### *Jour civil. — Jour astronomique. — Jour artificiel.*

Le jour civil est un intervalle de temps de vingt-quatre heures de temps moyen, s'étendant de minuit à minuit, et divisé par le passage du Soleil moyen au méridien à midi moyen en deux parties de douze heures chacune, appelées respectivement le matin et le soir (m. et s.).

On dit donc : neuf heures du matin, quatre heures du soir, etc. (9 h. m. et 4 h. s.). Dans l'emploi du cadran de 24 heures, les heures sont numérotées sans interruption de 0 à 24 d'un minuit au minuit suivant.

Les Anglais, au lieu de matin et soir, ont adopté la notation AM (ante meridiem) et PM (post meridiem).

Le jour astronomique est l'intervalle de vingt-quatre heures de temps moyen compris entre deux passages du Soleil moyen au méridien. Il commence à midi et se continue sans changer de date jusqu'au midi suivant, se comptant de 0 à 24 heures. Minuit est donc douze heures. Les heures du matin d'un jour civil sont donc, en temps astronomique, exprimées en reculant la date de un jour et en ajoutant douze heures au nombre des heures de temps civil. Les heures du soir coïncident ainsi nombre date dans le jour civil et le jour moyen.

Ainsi le 3 juin, 7 h. matin (temps civil) correspond au 2 juin, 19 h. (temps astronomique). Le 3 juin, 9 h. soir (temps civil) correspond au 3 juin, 9 h. (temps astronomique).

Le jour artificiel n'est plus guère employé qu'en Turquie. C'est l'intervalle de temps compris entre le lever et le coucher du Soleil. Comme les heures du lever et du coucher sont variables, on suppose le jour égal à la nuit, chacun étant de douze heures.

Le jour artificiel commence donc à 6 heures du matin et se termine à 6 heures du soir. Les heures étant comptées de 0 à 12 h. C'est donc un jour artificiel de convention qui ne correspond au jour artificiel réel que deux fois par an, à l'équinoxe de printemps et à celle d'automne. Ainsi, 10 h. du jour à la Turquie correspondent à 4 h. du soir (temps civil), 3 h. du jour correspondent à 9 h. du matin (temps civil).

GHEURY DE BRAY,

*membre de la Société belge d'Astronomie.*

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR MAI 1922

Les heures sont données en temps légal (temps civil de Greenwich : 0 h. = minuit). Les levers, passages et couchers sont calculés pour Uccle (Bruxelles) et, sauf indications contraires, les positions se rapportent à midi.

### SOLEIL

| Date  | Lever | Passage  | Coucher  | A. R.   | Déc.    | P     | D.   | L.    | Dist. Terre |
|-------|-------|----------|----------|---------|---------|-------|------|-------|-------------|
|       | h. m. | h. m. s. | h. m. s. |         |         |       |      |       |             |
| Mai 1 | 4 18  | 11 39 40 | 19 2 38  | 2 31 37 | +14°55' | -24°3 | -4°1 | 40°0  | 1,0079      |
| 11    | 4 1   | 11 38 49 | 19 18 40 | 3 10 12 | +17 45  | -22 2 | -3 0 | 267 8 | 1,0102      |
| 21    | 3 47  | 11 38 56 | 19 32 42 | 3 49 44 | +20 5   | -19 4 | -1 9 | 135 6 | 1,0124      |
| 31    | 3 36  | 11 39 57 | 19 45 44 | 4 30 11 | +21 51  | -16 0 | -0 7 | 3 3   | 1,0141      |

Le Soleil entre dans le signe des Gémeaux, le 21 mai à 21 h. 11 m. Du 30 avril au 31 mai, les jours croissent de 1 h. 43 m. La colonne qui suit celle du coucher indique la longueur du crépuscule civil.

LUNE. — Phases de la Lune en mai :

- ☾ P. Q. le 4 à 12 h. 56 m. Périgée le 8 mai à 7 h.
- ☽ P. L. le 11 à 6 h. 6 m. Apogée le 20 mai à 5 h.
- ☾ D. Q. le 18 à 18 h. 17 m. Périgée le 3 juin à 19 h.
- N. L. le 26 à 18 h. 4 m.

*Occultations principales, pour Uccle :*

| Date  | Nom             | Mag. | Immersion |     |     | Emersion |     |     |
|-------|-----------------|------|-----------|-----|-----|----------|-----|-----|
|       |                 |      | T. L.     | P.  | Z.  | T. L.    | P.  | Z.  |
| Mai 6 | 155 B. Lion (1) | 6,5  | h. m.     | °   | °   | h. m.    | °   | °   |
| 7     | 76 Lion         | 6,0  | 1 10      | 183 | 144 | 1 23     | 214 | 175 |
| 11    | 6 Balance       | 4,4  | 0 52      | 86  | 48  | 1 43     | 313 | 274 |
| 13    | 81 Ophiuchus    | 6,4  | 19 55     | 55  | 90  | 20 36    | 334 | 6   |
| 18    | 72 B. Verseau   | 6,5  | 1 12      | 90  | 92  | 2 29     | 280 | 268 |
| 20    | 263 B. Verseau  | 6,1  | 2 59      | 15  | 39  | 3 41     | 311 | 329 |
| 30    | 30 B. Cancer    | 6,1  | 3 19      | 33  | 65  | 4 17     | 287 | 316 |
|       |                 |      | 21 5      | 59  | 19  | 21 43    | 328 | 289 |

*Grandes marées.* — Le 13 mai à 13 h. 31 m., hauteur à Ostende, 2 m. 20; id., à Anvers, à 17 h. 8 m., hauteur, 2 m. 49; le 29 mai à 1 h. 29 m., hauteur à Ostende, 1 m. 93; id., à Anvers, à 5 h. 7 m., hauteur, 2 m. 19.

**Planètes**

MERCURE sera visible comme étoile du soir dans la seconde partie du mois. Elle se trouve le 23 mai à sa plus grande élongation orientale. Le 1<sup>er</sup> mai, à 16 h., elle arrive au périhélie. La planète sera en conjonction avec la Lune le 28 mai.

| Date  | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Eclat | Phase |
|-------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
| Mai 1 | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
| 11    | 12 19   | 13 43   | 3 2   | +18° 1' | 1,27        | 5''2  | —1,5  | 0,95  |
| 21    | 12 51   | 21 4    | 4 22  | 23 43   | 1,09        | 6 1   | —0,5  | 0,69  |
| 31    | 13 14   | 21 40   | 5 23  | 25 28   | 0,87        | 7 6   | +0,5  | 0,42  |
|       | 13 7    | 21 24   | 5 59  | 24 21   | 0,70        | 9 7   | +1,3  | 0,21  |

VÉNUS brille comme étoile du soir. Elle sera en conjonction avec la Lune, le 28 mai à 22 h. 39 m. (6°30' N.).

| Date  | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Eclat | Phase |
|-------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
| Mai 1 | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
| 11    | 13 1    | 20 54   | 3 53  | +20°38' | 1,58        | 10''6 | —3,3  | 0,94  |
| 21    | 13 14   | 21 23   | 4 45  | 23 7    | 1,54        | 11 0  | —3,3  | 0,92  |
| 31    | 13 27   | 21 46   | 5 38  | 24 31   | 1,49        | 11 3  | —3,3  | 0,90  |
|       | 13 40   | 22 0    | 6 31  | +24 46  | 1,44        | 11 7  | —3,4  | 0,88  |

MARS. — En mai, la planète se trouvera dans la partie australe d'Ophiuchus. Elle sera stationnaire le 8 mai et arrivera en opposition avec le Soleil, le 10 juin. Elle est visible toute la nuit, mais sa position très australe ne permettra que des observations assez difficiles. Elle sera en conjonction avec la Lune, le 13 mai, à 19 h. 7 m. (6°18' S.).

(1) L'étoile coupe le disque lunaire à 0°6 du bord sud (199°, id.).

Les passages du méridien zéro au centre du disque peuvent être calculés avec la durée de rotation adoptée : 24 h. 37 m. 22 s. 65, et la longitude du méridien central pour n'importe quel instant s'obtient en se rappelant qu'à vingt-quatre heures de temps moyen correspond une rotation martienne de 350° 89; à 1 heure de 14° 62, à 1 minute de 0°, 24366.

| Date  | Lever | Pass. | A. R. | Déc.    | Dist. | Diam.  | Eclat | Phase | Lat. du centre | Passage du méridien 0° |
|-------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|----------------|------------------------|
|       | h. m. | h. m. | h. m. |         |       |        |       |       |                | h. m.                  |
| Mai 1 | 22 48 | 2 47  | 17 38 | —24° 0' | 0,64  | 14'' 8 | —1,0  | 0,94  | +0° 8'         | 9 27 2                 |
| 11    | 22 12 | 2 4   | 17 39 | —24 31  | 0,57  | 16 4   | —1,3  | 0,96  | +1, 2          | 15 42 2                |
| 21    | 21 31 | 1 25  | 17 34 | —25 3   | 0,52  | 18 0   | —1,6  | 0,98  | +2 2           | 21 52 5                |
| 31    | 20 45 | 0 36  | 17 24 | —25 34  | 0,48  | 19 4   | —1,9  | 1,00  | +3 7           | 3 22 0                 |

JUPITER dont l'opposition a eu lieu le 4 avril, se trouve dans d'excellentes conditions d'observation. On cherchera la planète dans la constellation de la Vierge (carte dans le bulletin précédent). La Lune se trouvera dans le voisinage de Jupiter le 8 mai (planète à 1° 26' N.).

Les passages de l'origine des longitudes joviennes au méridien central du disque illuminé pourront être calculés à l'aide des périodes de rotation adoptées, qui sont pour le système I : 9 h. 50 m., et pour le système II : 9 h. 55 m., plus un nombre de centièmes de minute, variable, indiqué entre parenthèses.

| Date  | Pass. | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. | Diam. équat. | Eclat | Passage du méridien 0° |               |
|-------|-------|---------|-------|---------|-------|--------------|-------|------------------------|---------------|
|       |       |         |       |         |       |              |       | Syst. I                | Syst. II      |
|       | h. m. | h. m.   | h. m. |         |       |              |       | h. m.                  | h. m.         |
| Mai 1 | 21 49 | 3 42    | 12 42 | —2° 51' | 4,56  | 43'' 2       | —2,0  | 0 55 43 (47)           | 18 41 87 (65) |
| 11    | 21 6  | 3 1     | 12 39 | —2 32   | 4,64  | 42 4         | —1,9  | 16 47 82 (50)          | 16 57 58 (67) |
| 21    | 20 24 | 2 21    | 12 37 | —2 20   | 4,75  | 41 4         | —1,9  | 22 50 41 (52)          | 15 13 91 (70) |
| 31    | 19 44 | 1 40    | 12 35 | —2 15   | 4,89  | 40 3         | —1,8  | 19 3 08 (55)           | 3 35 09 (72)  |

SATURNE. — La planète se trouve dans la constellation de la Vierge non loin de Jupiter qu'elle précède. Elle est dans de bonnes conditions d'observation, pendant la plus grande partie de la nuit. Elle sera en conjonction avec la Lune le 7 mai, à 23 h. 53 m. (planète à 3° 21' N.).

| Date  | Pass. | A. R. | Déc.    | Dist. | Diam. pol. | Eclat | Grand. axe. |      | Hauteur au dessus du plan |         |
|-------|-------|-------|---------|-------|------------|-------|-------------|------|---------------------------|---------|
|       |       |       |         |       |            |       | Ext.        | Int. | Terre                     | Soleil  |
|       | h. m. | h. m. |         |       |            |       |             |      |                           |         |
| Mai 1 | 21 17 | 12 10 | +1° 42' | 8,74  | 17'' 0     | +0,9  | 42,9        | 28,5 | +3° 55'                   | +5° 50' |
| 11    | 20 36 | 12 9  | +1 51   | 8,86  | 16 8       | 1,0   | 42,3        | 28,1 | +3 44                     | +5 59   |
| 21    | 19 55 | 12 8  | +1 56   | 8,99  | 16 6       | 1,1   | 41,7        | 27,7 | +3 37                     | +6 8    |
| 31    | 19 16 | 12 7  | +1 58   | 9,15  | 16 3       | 1,1   | 41,0        | 27,3 | +3 36                     | +6 17   |

*Élongations de Titan* : Mai 9, à 13 h. 6 W.; le 9, à 15 h. 3 E.; le 17, à 11 h. 7 W.; le 25, à 13 h 6 E.

URANUS se trouve dans la constellation du Verseau. Elle arrivera en quadrature avec le Soleil le 4 juin.

| Date   | Lever | A. R. | Déc.    | Distance |
|--------|-------|-------|---------|----------|
|        | h. m. | h. m. |         |          |
| Mai 1  | 2 36  | 22 57 | —7° 30' | 20,60    |
| 16     | 1 38  | 22 59 | —7 19   | 20,36    |
| Juin 1 | 0 35  | 23 0  | —7 12   | 20,14    |

NEPTUNE est à chercher dans la constellation du Cancer entre Régulus et l'amas de Praesepe. Elle sera en quadrature avec le Soleil le 4 mai.

| Date   | Passage | A. R. | Déc.     | Distance |
|--------|---------|-------|----------|----------|
|        | h. m.   | h. m. |          |          |
| Mai 1  | 2 15    | 9 12  | +16° 19' | 29,26    |
| 16     | 1 14    | 9 10  | 16 25    | 29,14    |
| Juin 1 | 0 10    | 9 9   | +16 34   | 29,11    |

CONJONCTIONS. — La Lune sera en conjonction en mai avec :

| Date  | Heure | Planète à          | Date   | Heure | Planète à          |
|-------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|
|       | h. m. |                    |        | h. m. |                    |
| Mai 4 | 15 1  | Neptune à 4°31' N. | Mai 20 | 5 35  | Uranus à 3°1' S.   |
| 7     | 23 53 | Saturne à 3°21' N. | 28     | 12 2  | Mercure à 6°29' N. |
| 8     | 13 8  | Jupiter à 1°26' N. | 28     | 22 39 | Vénus à 6°30' N.   |
| 13    | 20 7  | Mars à 6°18' N.    | 31     | 20 53 | Neptune à 4°19' N. |

ÉTOILES FILANTES. — Le principal essaim de mai est celui des *Aquarides* dont le radiant a comme coordonnées  $\alpha = 338^\circ$ ,  $\delta = -2^\circ$ , qui est actif pendant la première décade du mois et donnant des météores d'allure rapide et laissant des traînées. D'autres essaims moins féconds se trouvent par :  $\alpha 254^\circ$ ,  $\delta -21^\circ$  (période du 5 au 17).  $\alpha = 246^\circ$ ,  $\delta = +3^\circ$ , vers le 7;  $\alpha = 231^\circ$ ,  $\delta = +27^\circ$ , du 11 au 18;  $\alpha = 264^\circ$ ,  $\delta = +64^\circ$ , vers le 29. Ces différents radiants donnent généralement des météores lents et peu brillants.

CONSTELLATIONS. — Ciel du 15 mai à 22 heures (23 h. été).

Les constellations suivantes se lèvent : le Dauphin, l'Aigle, le Scorpion.

Se couchent : l'Hydre, le Petit Chien, les Gémeaux, le Cocher.

Passent au méridien : Cassiopée, la Petite Ourse, le Bouvier, la Vierge, l'Hydre.

Sont au-dessus de l'horizon : Cassiopée, Céphée, les Ourses, le Dragon, le Lézard, le Cygne, le Renard, la Lyre, Hercule, Ophiuchus, le Serpent, la Balance, la Couronne, le Bouvier, la Vierge, l'Hydre, les Levriers, le Lion, le Petit Lion, le Cancer, les Gémeaux, le Lynx, le Cocher.

E. D.

## Notes

**Sismologie.** — La convention passée à Berlin, en août 1905, pour la constitution d'une Association internationale de sismologie ayant, du fait de la guerre, cessé ses effets à la date du 31 mars 1916, a été dénoncée par la Belgique, le Canada, le Chili, l'Espagne, la France, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, la Grèce, l'Italie, le Japon, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Roumanie, la Suisse et le Royaume des Serbes, Croates et Slovènes.

M. Lecointe, ancien vice-président de l'association — faisant fonction de président par suite du décès du prince Galitzine — et M. de Kœvösligethy, ancien secrétaire général de l'Association, conformément aux prescriptions de la convention précitée, ont proposé aux membres de l'ancienne commission permanente de réunir une assemblée générale de liquidation qui se tiendra à Strasbourg du lundi 24 au jeudi 27 avril 1922, de manière à permettre à certains sismologues de prendre part, immédiatement après, aux travaux de l'Union géodésique et géophysique internationale qui se réunira à Rome à partir du 1<sup>er</sup> mai.

On examinera également à Strasbourg un vœu émis par M. Otto Klotz, délégué du Canada, à transmettre à la section de sismologie de l'Union géodésique et géophysique internationale, en vue de la continuation, dans l'avenir, de la coopération internationale dans le domaine de la sismologie.

**Station sismologique de Cartuja (Grenade).** — La station de Cartuja, dirigée comme l'on sait, par notre éminent collaborateur, le R. P. Navarro Neumann, auquel nous devons tant de travaux intéressants dans le domaine sismologique, publie, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1922, un bulletin mensuel. Il est conçu sous la forme inaugurée autrefois par la station centrale de Strasbourg et que la plupart des observatoires sismiques ont adoptée.

E. L.

---

## Biographies.

### SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS

#### Liste bibliographique des travaux scientifiques d'Auguste Charlois (suite).

#### IV. — *Conférence astrophotographique internationale de juillet 1900.* *Circulaire n° 12, Paris 1907, p. A 120-123.*

Observations de la planète Eros faites à la vision directe à Nice. Mesures micrométriques faites à l'équatorial coudé.

#### V. — *Astronomische Nachrichten.*

1. Observations de la nouvelle planète (248) à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (CXII, 1885, p. 48).

2. Observations de la comète Tuttle (1885) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (CXIII, 1886, p. 29-30).
3. Observations de la comète Winnecke (1886) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (CXV, 1886, p. 329-330).
4. Observations de la comète 1886 (Finlay) faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier) (CXVI, 1887, p. 151-152).
5. Observations de la comète 1886 VIII (CXVII, 1887, p. 41-42).
6. Entdeckung eines neuen Planeten (267) Tirza auf der Sternwarte in Nizza (CXVII, 1887, p. 63-64).
7. Entdeckung eines neuen Planeten (272) Antonia auf der Sternwarte in Nizza (CXVIII, 1888, p. 287-288.)
8. Observations de la comète 1888 (Sawerthal) à l'Observatoire de Nice (CXIX, 1888, p. 28-29).
9. Entdeckung eines neuen Planeten (277) Elvira auf der Sternwarte in Nizza (CXIX, 1888, p. 111-112).
10. Auffindung des Planeten (268) Adorea auf der Sternwarte in Nizza (CXIX, 1888, p. 383-384).
11. Avec J. PERROTIN. Observations de la comète Faye (1888), faites à l'Observatoire de Nice (CXX, 1889, p. 45-46).
12. Neuer Planet Charlois. Jan. 28 (1889) (282) Clorinde (CXX, 1889, p. 317-318).
13. Neuer Planet Charlois, 1889 Febr. 8 (283) Emma (CXX, 1889, p. 335-336).
14. Entdeckung eines Planeten (284) Anelia auf der Sternwarte zu Nizza (Planète Charlois, 29 mai 1889) (CXXI, 1889, p. 191-192).
15. Entdeckung des Planeten (285) Regina (3 août 1889) (CXXII, 1889, p. 319-320).
16. Begleiter des Cometen 1889 (Brooks, Juli 6) (CXXII, 1889, p. 319-320).
17. Entdeckung des Planeten (289) Nenetta (CXXIV, 1890, p. 135-136).
18. Unabhängige Auffindung der Planeten (291) Alice und (292) Ludovica (CXXIV, 1890, p. 239-240).
19. Entdeckung eines neuen Planeten (293) Brasilia auf der Sternwarte in Nizza (CXXIV, 1890, p. 287-288).
20. Entdeckung eines neuen Planeten (294) Felicia auf der Sternwarte in Nizza (CXXV, 1890, p. 63-64).
21. Beobachtungen des Cometen 1890 (Denning, Juli 23) (CXXV, 1890, p. 93-94).
22. Entdeckung eines Planeten (296) Phaetusa auf der Sternwarte in Nizza (CXXV, 1890, p. 207-208).
23. Entdeckung zweier Planeten (297) Caecilia und (298) Baptistina auf der Sternwarte in Nizza (CXXV, 1890, p. 271-272).
- 23bis. Entdeckung des Planeten (300) Geraldina (CXXVI, 1891, p. 63-64).
24. Entdeckung des Planeten (302) Clarissa (Anfangs für Planet (298) gehalten) (CXXVI, 1891, p. 95-96).
25. Benennung kleiner Planeten (CXXVI, 1891, p. 125-126).
25. Entdeckung eines Planeten, identisch mit (208) Lacrimosa (CXXVI, 1891, p. 327-328).
27. Entdeckung des Planeten (305) Gordonia (CXXVI, 1891, p. 341-342).
28. Entdeckung des Planeten (307) Nike (CXXVI, 1891, p. 383-384).
29. Benennung von Planeten (CXXVII, 1891, p. 41-42).

30. Beobachtung eines kleinen Planeten (310) *Margarita* in der Nähe von (76) und (147) angestellt am 16 Mai 1891 auf der Sternwarte in Nizza (CXXVII, 1891, p. 231-232).
31. *Eléments de la planète* (310) *Margarita* (CXXVII, 1891, p. 255-256).
32. *Observations des planètes* (76) *Freia* et (147) *Protogeneia* (CXXVII, 1891, p. 301-302).
33. Entdeckung des neuen Planeten (311) *Claudia* auf der Sternwarte in Nizza (CXXVII, 1891, p. 319-320).
34. Entdeckung des neuen Planeten (312) *Pieretta* (CXXVIII, 1891, p. 175-176).
35. Entdeckung des neuen Planeten (314) *Rosalia* (CXXVIII, 1891, p. 191-192).
36. Entdeckung der Planeten (316) *Goberta* und (317) *Roxane* (CXXVIII, 1891, p. 207-208).
37. Entdeckung des Planeten (318) *Magdalena* (CXXVIII, 1891, p. 235-236).
38. Beobachtungen des periodischen Cometen Tempel-Swift (1891) (CXXVIII, 1891, p. 253-254).
39. Entdeckung des Planeten (319) *Leona* (CXXVIII, 1891, p. 255-256).
40. Entdeckung des Planeten (327) *Columbia* (CXXIX, 1892, p. 149-150).
41. Benennung von kleinen Planeten (305), (307) und (310) (CXXIX, 1892, p. 151-152).
42. Beobachtungen des Cometen 1892 (Swift, März 6) (CXXIX, 1892, p. 161-162).
43. Entdeckung des Planeten (331) *Etheridgea* (CXXIX, 1892, p. 183-184).
44. Entdeckung des Planeten (336) *Lacadiera* (1892 D) (CXXX, 1892, p. 407-408).
45. Entdeckung der neuen Planeten (337) *Devosa* (1892 E) und (338) *Budrosa* (1892 F) (CXXX, 1892, p. 439-440).
46. Benennung von kleinen Planeten CXXXI, 1893, p. 63-64).
47. Entdeckung der Planeten (344) *Disiderata* (1892 M), (345) *Tercidina*, (1892 O), (346) *Hermentaria* (1892 P), (347) *Pariana* (1892 Q) und (348) *May* (1892 R) (CXXXI, 1893, p. 183-184).
48. Entdeckung des neuen Planeten 1892 S (CXXXI, 1893, p. 263-264).
49. Entdeckung des Planeten (349) *Dembowska* (1892 T) (CXXXI, 1893, p. 311-312).
50. Entdeckung des Planeten (350) *Ornamenta* (1892 U) (CXXXI, 1893, p. 311-312).
51. Entdeckung der Planeten (354) *Eleonora* (1893 A), 1893 D und (355) *Gabriella* 1893 E (CXXXII, 1893, p. 63-64).
52. Entdeckung des Planeten (356) *Liguria* (1893 G) (CXXXII, 1893, p. 191-192).
53. Entdeckung des Planeten (357) 1893 J (CXXXII, 1893, p. 143-144).
54. Entdeckung des Planeten (358) *Apollonia* (1893 K) (CXXXII, 1893, p. 191-192).
55. Benennung von kleinen Planeten (314), (310), (317) und (318) (CXXXII, 1893, p. 175-176).
56. Entdeckung der kleinen Planeten (359) (1893 M), (360) (1893 N), 1893 O, (361) *Bononia* (1893 P), (362) *Havnia* 1893 R, (363) *Padua* (1893 S), (364) *Isara* (1893 T), 1893 U, (365) *Corduba* (1893 V) und (366) *Vincentina* (1893 W) (CXXXII, 1893, p. 207-208).
57. Entdeckung der Planeten (367) *Amicitia* 1893 AA und (368) 1893 AB (CXXXII, 1893, p. 367-368).
58. Entdeckung des Planeten (370) *Modestia* (1893 AC) (CXXXIII, 1893, p. 103-104).
59. Entdeckung des Planeten (371) *Bohemia* (1893 AD) (CXXXIII, 1893, p. 119-120).



60. Wiederauffindung des Planeten (158) Koronis (1893 AF) (CXXXIII, 1893, p. 215-216).
61. Wiederauffindung des Planeten (107) Camilla AG (CXXXIII, 1893, p. 239-240).
62. Entdeckung des Planeten (372) Palma (1893 AH) (CXXXIII, 1893, p. 239-240).
63. Planète 1893 A F (9 août 1893) = (158) Koronis (CXXXIII, 1893, p. 319-320).
64. Entdeckung des Planeten (373) Melusina (1893 U) (CXXXIII, 1893, p. 351-352).
65. Entdeckung der Planeten (374) Burgundia (1893 AK), (375) Ursula (1893 AL), (376) Geometria (1893 AM) und (377) Campania (1893 AN) (CXXXIII, 1893, p. 367-368).
66. Entdeckung des Planeten (378) Holmia (1893 AP) (CXXXIV, 1894, p. 167-168).
67. Entdeckung der Planeten (379) Huenna (1894 AQ), (380) Fiducia (1894 AR) und (381) Myrrha (1894 AS) (CXXXIV, 1894, p. 247-248).
68. Entdeckung der Planeten (382) Dodona (1894 AT) und (383) 1894 AU (CXXXIV, 1894, p. 247-248).
69. Entdeckung der Planeten (388) Charybdis (1894 BA) und (389) Industria (1894 BB) (CXXXV, 1894, p. 31-32).
70. Beobachtungen des Cometen 1894 (Gale, April 3) (CXXXV, 1894, p. 197-198).
71. Wiederauffindung des Planeten (1894 BJ) (369) Aeria in Nizza (CXXXVII, 1895, p. 29-30).
72. Entdeckung der Planeten (395) Delia (1894 BK) und (396) Aeolia (1894 BL) (CXXXVII, 1895, p. 47-48).
73. Entdeckung des Planeten (397) Vienna (1894 BM) (CXXXVII, 1895, p. 63-64).
74. Entdeckung des Planeten (398) Admete (1894 BN) (CXXXVII, 1895, p. 93-94).
75. Entdeckung des Planeten (400) (1895 BU) (CXXXVII, 1895, p. 239-240).
76. Entdeckung des Planeten (402) Chloe (1895 BW) (CXXXVII, 1895, p. 271-272).
77. Benennung einiger neuen Planeten (318), (319), (331), (336) (CXXXVII, 1895, p. 295-296).
78. Entdeckung des Planeten (403) Cyane (1895 BX) (CXXXVIII, 1895, p. 15-16).
79. Entdeckung des Planeten (405) Thia (1895 BZ) (CXXXVIII, 1895, p. 263-264).
80. Wiederauffindung des Planeten (336) Lacadiera (1895 CA) (CXXXVIII, 1895, p. 263-264).
81. Entdeckung des Planeten (406) (1895 CB) (CXXXVIII, 1895, p. 319-320).
82. Entdeckung des Planeten (410) Chloris (1896 CH) (CXXXIX, 1896, p. 175-176).
83. Entdeckung des Planeten (411) Xanthe (1896 CJ) (CXXXIX, 1896, p. 255-256).
84. Entdeckung des Planeten (414) Liriope (1896 CN) (CXXXIX, 1896, p. 271-272).
85. Wiederauffindung des Planeten (332) Siri (1896 CM) (CXXXIX, 1896, p. 271-272).
86. Benennung von kleinen Planeten (337), (338) (CXL, 1896, p. 143-144).
87. Entdeckung des Planeten (416) Vaticana (1896 CS) (CXL, 1896, p. 303-304).
88. Entdeckung des Planeten (417) (1896 CT) (CXL, 1896, p. 303-304).
89. Éléments et éphéméride de la planète 1896 CS (416) Vaticana (1896, Mai 4) (CXL, 1896, p. 349-352).
90. Benennung von kleinen Planeten (345), (346) und (347) (CXLII, 1897, p. 79-80).
91. Entdeckung des Planeten (423) Diotima (1896 DB) (CXLII, 1897, p. 111-112).
92. Entdeckung der Planeten (424) Gratia (1896 DF), (425) Cornelia (1896 DC), 1896 DD und 1896 DE (CXLII, 1897, p. 159-160).
93. Benennung von kleinen Planeten (348) und (350) (CXLIII, 1897, p. 159-160 und 343-344).

94. Benennung von kleinen Planeten (354) und (416) (CXLIV, 1897, p. 175-176).
95. Entdeckung der Planeten (426) Hippo (1897 DH) und (427) Galene (1897 DJ) (CXLIV, 1897, p. 191-192).
96. Wiederauffindung des Planeten (188) Menippe (1897 DG) (CXLIV, 1897, p. 191-192).
97. Entdeckung des Planeten (429) Lotis (1897 DL) (CXLV, 1898, p. 79-80).
98. Entdeckung der Planeten (430) Hybris (1897 DM). (431) Nephela (1897 DN) und (432) Pythia (1897 DO) (CXLV, 1898, p. 175-176).
99. Correctionen von Planeten-Ephemeriden (384) Boodigala, (390) (1894 BC), (405) (1895 BZ) und (419) (1896 CW) (CXLV, 1898, p. 237-238).
100. Entdeckung des Planeten (437) Rhodia (1898 DP) (CXLVII, 1898, p. 175-176).
101. Entdeckung des Planeten (433) Eros (1898 DQ) (CXLVII, 1898, p. 175-176).
102. Photographische Aufnahmen kleiner Planeten (CXLVII, 1898, p. 175-176).
103. Entdeckung des Planeten (438) Zeuxo (1898 DU) (CXLVII, 1898, p. 399-400).
104. Entdeckung des Planeten (441) Bathilde (1898 EO) (CXLVIII, 1899, p. 63-64).
105. Entdeckung des Planeten (1899 EY) (CLI, 1900, p. 79-80).
106. Entdeckung des Planeten Tea (1900 FA) (CLII, 1900, p. 31-32).
107. Observations de la planète Tea (1900 FA) faites à l'équatorial de 9 pouces de l'Observatoire de Nice (CLII, 1900, p. 157-160).
108. Éléments et éphéméride de la planète Tea (1900 FA) calculés à l'aide des observations de Nice des 22 février, 5 et 22 mars 1900 (CLII, 1900, p. 159-160).
109. Planètes photographiées (374) (1893 AK) et (124) Alkestes (CLV, 1901, p. 335-336).
110. Entdeckung des Planeten (1902 KU) (CLX, 1903, p. 303-304).
111. Observations de la nouvelle planète 1902 KU (CLXII, 1903, p. 53-54).
112. Benennung von Planeten (357) 1893 J (Ninina), (368) 1893 AB (Haidea), (383) 1894 AU (Janina), (395) 1894 BK (Delia) und (396) 1894 BL (Aeolia) (CLXII, 1903, p. 53-54).
113. Auffindung des Planeten (200) Dynamene (1904 NH) (CLXIV, 1904, p. 355-356).
114. Entdeckung des Planeten (537) Pauly (1904 OG) (CLXVI, 1904, p. 31-32).
115. Beobachtungen von neuen kleinen Planeten (CLXVI, 1904, p. 57-58).
116. Benennung von Planeten (398), (410), (411), (414), (426), (427), (429), (430), (431), (437), (438), (441), (453) und (537) (CLXXV, 1907, p. 159-160).
117. Beobachtungen des Planeten 1908 BM (CLXXVII, 1908, p. 109-110).
118. Observations de la planète 1908 BM (CLXXVII, 1908, p. 253-254).
119. Observations de la planète (129) Antigone (CLXXVII, 1908, p. 239-240).
120. Corrections de l'éphéméride pour les planètes (477) Italia et (485) Genua (CLXXXIII, 1910, p. 175-176).
121. Correction de l'éphéméride pour la planète (490) Veritas (CLXXXIII, 1910, p. 175-176).
122. Correction de l'éphéméride pour la planète (550) Sexta (CLXXXIII, 1910, p. 417-418).
123. Observations de la comète 1910 a, faites à Nice (CLXXXIV, 1910, p. 135-136).

AUG. COLLARD,  
Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.

VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Systeme pour la prevision de tous les Méteores  
de deux a quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électri-  
cité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par *Hubert TSCHEUSCHNER*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, conte-  
nant tous les renseignements élémentaires pour la pré-  
vision du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France  
et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,  
107, boulevard Saint-Germain, à Paris  
au prix de fr. 1.80

---

**Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80**

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



**ANCIENNE MAISON  
S. GECELE**

**D. AVANZO**

Successeur

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

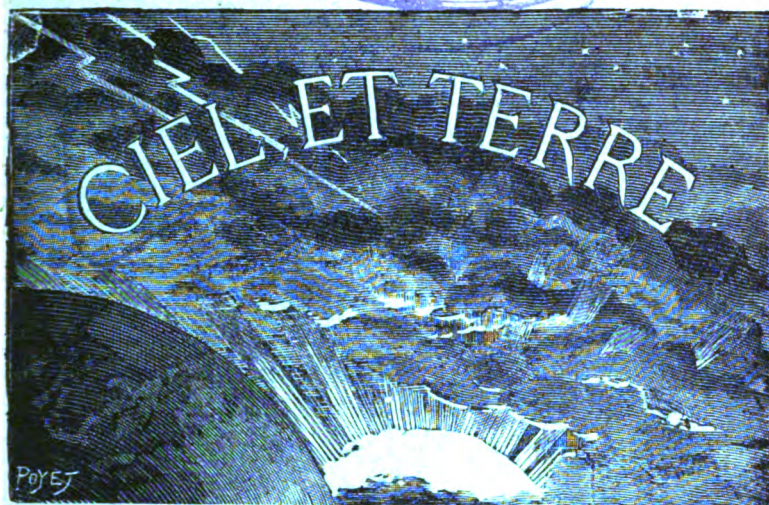
**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**  
pour amateurs et professionnels

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**

XXXVIII<sup>e</sup> année — N<sup>o</sup> 5-7

MAI-JUILLET 1922



BULLETIN  
DE LA  
*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
du Globe

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES  
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Pages      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>La taille des miroirs de télescopes à portée de l'amateur</i> (suite), par Paul Vincart.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 163        |
| <i>Les principes physiques de la « relativité restreinte »</i> (suite), par E. Lagrange.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 184        |
| <i>Vulgarisation de la météorologie</i> , par J. Jaumotte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 187        |
| <i>L'observatoire de la société</i> , par E. Delporte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 194        |
| <i>Les nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 196        |
| <i>Les éclipses de lune</i> (suite et fin), par Hauptmann.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 208        |
| <i>Ephémérides astronomiques pour juin-juillet 1922.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 218        |
| <i>Notes : Comète Skjellerup 1922b. Mars. — Eclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922, par E. D. — L'éclipse solaire totale du 21 septembre 1922 et le magnétisme terrestre. — L'éclipse solaire totale du 21 septembre 1922, la déviation des rayons stellaires et la théorie einsteinienne. — Office national météorologique de France. — Institut de physique du globe de l'Université de Paris. — Observatoire géographique des îles Shetland. — Pour l'histoire des enregistreurs météorologiques, par E. L. — Le « Meteorologische Zeitschrift ». — Un automne exceptionnel en 1921. — Les services météorologiques aux États-Unis, par L. V. A. — Les théories d'Aitken, la formation de la pluie et la rosée. — Les « After Shocks » et la loi d'Omori. — L'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa. — Union géodésique et géophysique internationale. — Littérature einsteinienne, par E. L.</i> | 224<br>236 |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE' BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. RÉCLAMATIONS. — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.

II. CORRESPONDANCES. — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.

III. COMPTABILITÉ. — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. RÉDACTION DU BULLETIN. — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.



## OBSERVATOIRE DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

Les membres de la Société désireux d'utiliser les installations du petit Observatoire sont priés d'adresser leur demande à M. Dupont, secrétaire de la Société, en spécifiant la catégorie où ils sollicitent leur inscription.

Les cartes d'accès sont de trois sortes : 1<sup>o</sup> les cartes permanentes réservées aux observateurs s'engageant à faire un service régulier ; 2<sup>o</sup> les cartes temporaires ou de mise au courant du maniement des instruments, et 3<sup>o</sup> les cartes de visites en groupes (15 à la fois, 30 par soirée) qui permettront aux membres non observateurs de faire connaissance avec les principales curiosités du ciel.





## LA TAILLE DES MIROIRS DE TÉLESCOPES A PORTÉE DE L'AMATEUR

### Préparation de l'émeri calibré.

La préparation de l'émeri à doucir se fait en deux temps :

- 1° Lavage;
- 2° Lévigation.

La lévigation a pour but de mettre à profit le temps plus ou moins long que prennent les grains de différentes grosseurs d'une substance pour gagner le fond d'un liquide dans lequel ils sont suspendus et ce, pour les séparer.

Dans le cas qui nous occupe, nous possédons dans le récipient en zinc une quantité de boue.

Outre l'émeri usé, ce magma renferme du verre provenant du miroir et de la balle. Il importe, tout d'abord, d'éliminer ce verre par :

### Lavage.

Mettons la boue dans le matras d'Ehrlemeyer, ajoutons de l'eau jusqu'aux trois quarts de sa hauteur, secouons énergiquement et déposons le récipient en lieu sûr pendant deux heures et demie.

Je me suis arrêté, après divers essais, au matras d'Ehrlemeyer pour procéder à la préparation de l'émeri, parce que sa forme est tout à fait propice à l'obtention de grains on ne peut mieux sélectionnés.

Les parois latérales de ce vaisseau en forme de cône ne permettent, si l'opération est conduite avec soin, à aucun grain d'émeri de s'y attacher et, lors du versage, de se mêler aux grains plus fins restés en suspension.

Après deux heures et demie, reprenons le matras. Nous constatons que son contenu s'est séparé en deux couches nettement distinctes. L'une, liquide, trouble, opalescente, renferme le verre usé et n'a pour nous aucune valeur. L'autre, composée d'émeri, de grains allant de la plus extrême ténuité, au format de celui que nous avons mis en œuvre et qui a gagné le fond.

Jetons l'eau verrée en renversant graduellement le matras, avec autant de précautions que prend un montoir pour verser le chambertin, car il importe de ne pas perdre la moindre parcelle de l'émeri

le plus fin qui n'a pas encore eu le temps de se tasser au fond et qu'un geste intempestif ferait partir.

Il est de bonne pratique, pour faciliter grandement l'opération du versage, de ne pas mettre le matras au repos avec son fond horizontal. Il ne faudrait pas non plus l'incliner suffisamment pour qu'un côté dépasse la verticale. Cette position n'offrirait aucun inconvénient pendant le lavage, mais ferait perdre tout le bénéfice du cône pendant la lévigation proprement dite.

Lorsque nous avons jeté autant d'eau que possible sans perdre d'émeri, recommençons l'opération autant de fois qu'il est nécessaire, pour que l'eau reste propre après un repos de deux heures et demie.

### **Lévigation.**

Cette opération se pratique comme le lavage, en observant les mêmes précautions, mais, cette fois, en ne jetant plus le liquide qui surnage, mais en recueillant dans des récipients, pour y laisser déposer, la poudre restée en suspension.

Des assiettes profondes ou de grandes cuvettes pour photographie conviennent.

La lévigation va nous donner des grains de sept grosseurs différentes que nous nommons 60 minutes, 20 minutes, 6 minutes, 2 minutes, 40 secondes, 12 secondes et 4 secondes, d'après le temps que ces poudres sont restées en suspension dans le matras avant la versée.

### **Polissage.**

Le miroir se polit au rouge d'Angleterre (oxyde de fer) qu'on incruste dans l'épaisseur d'un papier dont on a recouvert la balle.

Le papier doit être choisi d'épaisseur et de texture aussi régulière que possible.

En l'examinant à la loupe, on ne doit y trouver aucune tache foncée ni aucune particule luisante.

Celui qui m'a le mieux réussi, est le papier sensible tel qu'on le trouve tout préparé dans le commerce pour les agrandissements photographiques.

Avant de fixer le papier sur la balle, qui portera après cette opération le nom de polissoir, faisons subir à la balle et au miroir une petite opération indispensable.

Au moyen d'une lime au carborundum de grains moyens ou sim-

plement d'un affiloir ou émeri de cuisine, qu'on trouve chez le quincaillier pour quelques décimes, produisons un tout léger chanfrein sur tout le parcours des deux surfaces rodées. Cette légère érosion a pour but d'enlever l'angle vif dont, pendant le polissage, pourraient se détacher des particules de verre qui viendraient griffer notre surface presque repolie.

Découpons du papier une rondelle ayant 1 centimètre de plus en diamètre que le miroir.

Pour ne permettre à aucune bulle d'air de se laisser emprisonner entre papier et balle, faisons le collage sous l'eau.

L'endroit de choix pour effectuer l'opération, est une baignoire pourvue d'un chauffe-bain.

Laissons couler dans la baignoire, méticuleusement nettoyée, une épaisseur d'une vingtaine de centimètres d'eau.

Mettons sous l'eau la balle et le papier; quand ce dernier est bien imprégné et bien dilaté, ce qui prend une dizaine de minutes, glissons, sans la sortir de l'eau, la rondelle sur la balle, gélatine en dessous, contre le verre et sortons le tout du bain en tenant le polissoir bien horizontal.

Après avoir permis à la majeure partie de l'eau de s'égoutter, allumons le chauffeoir et faisons couler sur le dos du papier de l'eau presque froide, dont nous augmentons tout graduellement la température jusque 65 à 70° C., point de liquéfaction de la gélatine hydratée.

Quand le papier aura subi pendant quelques instants sur toute sa surface le contact de l'eau chaude, mettons le polissoir à sécher, à l'abri des poussières et des courants d'air.

Si l'opération a été bien conduite, nous trouverons après dessiccation le papier bien tendu sans ampoule ni manque d'adhérence.

Coupons maintenant au moyen d'un canif bien affilé le bord du papier qui dépasse le verre, et ce en tenant la lame presque parallèle à la surface de la balle et en lui donnant un mouvement de scie dont les tractions seules attaquent le papier.

Ce tour de main nous donnera un polissoir à bords bien nets, sans barbe ni plume.

Recouvrons maintenant le papier de rouge à polir des bijoutiers. On peut préparer soi-même le rouge du commerce (minium de fer = rouge anglais) en le lévigeant à 20 secondes, mais l'économie est tellement minime qu'il est préférable de se procurer cette substance

toute préparée. On la trouve dans le commerce agglomérée en « boule » (c'est le nom qu'on lui donne).

On recouvre le papier de rouge, soit en y frottant directement la boule, soit en y répandant du rouge pulvérisé, qu'on fait adhérer par des frictions opérées du bout du doigt.

Avant de passer au polissage, il est urgent de procéder à un nettoyage en règle, du tonneau ou de la machine, car l'intervention du moindre grain d'émeri pourrait nous occasionner des journées de travail supplémentaires.

Remettons maintenant le polissoir sur son poste à l'établi, et commençons le polissage en opérant exactement les mêmes frictions que pendant l'adoucissement de la surface, soit d'une longueur d'un tiers du diamètre.

On s'apercevra vite que le travail est beaucoup plus dur que pendant l'emploi de l'émeri, car le miroir adhère beaucoup plus au polissoir qu'à la balle.

On évitera avec soin de toucher directement le miroir, car la moindre chaleur qui lui serait communiquée par la main ne manquerait pas d'altérer irrémédiablement sa courbe.

Après un quart d'heure de polissage, enlevons le miroir et examinons sous un éclairage oblique la surface du polissoir. Si tout va bien, nous trouverons que le papier a une teinte uniforme. Une partie du rouge sera détachée et libre, nous l'enlèverons d'un souffle sec.

Si nous remarquons à son aspect plus lisse, que le papier est plus épais à certains endroits, nous descendrons ces parties au niveau général à l'aide d'un bon grattoir.

Examinons aussi le miroir; le poli doit se montrer d'une façon uniforme, aucune partie n'étant plus mate ni plus brillante que le restant.

La surface sera déjà suffisamment réfléchissante pour permettre que l'image au foyer, d'un sténopé ou étoile artificielle, soit assez brillante pour être examinée au moyen d'un oculaire de 25 millimètres de foyer équivalent (voir le chapitre suivant), l'image se montrera rouge, faible, mais à bords nets.

En faisant mouvoir l'oculaire en deçà et au delà du foyer, la distribution de la lumière dans le disque étalé se montrera également répartie.

Pour éviter les répétitions, je renvoie au chapitre : « Test de la

surface et parabolisation », où l'on trouvera les principes d'optique appliqués aux essais et à l'apparence du disque à l'intérieur et à l'extérieur du foyer.

Si la surface est trouvée hyperbolique, il est préférable d'enlever sans hésiter le papier du polissoir et de retourner aux trois derniers numéros d'émeri en raccourcissant légèrement la longueur de friction employée précédemment.

Si la forme générale est trouvée sphéroïdale ou sphérique, le polissage est continué de la même façon et interrompu tous les quarts d'heure pour éviter des échauffements du verre, et aussi pour voir si le polissage progresse également bien partout. Avant de reprendre le travail, il est nécessaire d'enlever du polissoir le rouge qui s'en est détaché.

Pour éviter toute surprise désagréable, je conseille aussi de tester le miroir très souvent pour prendre à temps les mesures qui s'imposeraient contre une parabolisation se montrant avant la fin du polissage.

Quand le poli se montrera parfait, il suffit pour transformer la courbure sphérique en courbure parabolique, d'allonger notablement la longueur de la friction en surveillant la transformation comme il est indiqué au chapitre suivant.

### Essais des miroirs de télescopes.

La méthode suivante est la plus concise, la plus complète et la plus partique de celles, nombreuses, que j'ai trouvées dans différents ouvrages.

Elle est la traduction aussi fidèle que j'ai pu la faire d'un ouvrage qui a paru, il y a une trentaine d'années, dans la grande revue anglaise *English Mechanic and World of Science*, sous la signature du Dr Wolseley Blacklock.

Ce médecin, savant universel et vulgarisateur de tout premier ordre, donne depuis de nombreuses années des conseils inestimables à de nombreux amateurs.

L'ouvrage du Dr Blacklock est une compilation, une mise au point pour l'amateur, de tout ce qui a paru sur le sujet, sous la signature des as des miroirs : Foucault, Herschel, Common, Draper, Henri frères, Wassel, Prismatiques et d'autres.

Voici la traduction :

« La description suivante des essais « par l'ombre » et « par zone » a été écrite avec l'idée que beaucoup de travailleurs seront heureux

d'avoir une description claire et détaillée de ces méthodes d'essais qui ont été élaborées et développées de celles inventées par Léon Foucault.

» En les employant, il est possible de se faire une idée de la forme d'un miroir aussitôt que sa surface commence à briller sous l'influence du polissoir, sans lâcher les opérations plus que quelques minutes et sans la peine et les dépenses de monter le télescope complet avec son tube, son miroir plan, son oculaire et son pied et, surtout, sans devoir attendre pendant des jours un temps favorable pour l'essayer sur des étoiles.

» Un autre avantage, c'est que le miroir ne doit pas être argenté, et que les résultats ne sont pas affectés par les irrégularités d'un plan ou d'un prisme, puisqu'on n'en fait aucun usage.

» L'appareil nécessaire est simple et peu coûteux; il peut être fabriqué facilement et, avec un peu de pratique, il permet de mesurer avec précision la déviation d'un miroir ou d'une de ses parties, de la parabole vraie. Par conséquent, il permet de modifier le procédé de polissage de façon à corriger les erreurs qui ont été découvertes et d'arriver graduellement à une figure aussi parfaite que possible. Avant la description de l'appareil, il sera avantageux d'étudier les considérations théoriques sur lesquelles on s'est basé pour le construire. En effet, si on en a une idée bien nette, on sera à même de

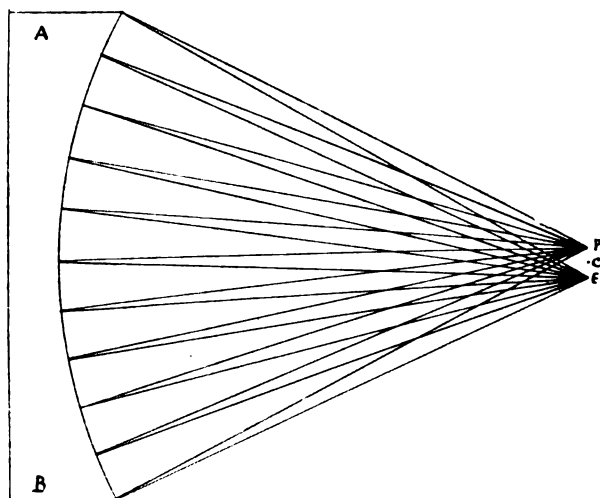


FIG. 1.

comprendre ce qu'on attend du dispositif et pourquoi on l'a construit ainsi. »

AB représente la section d'un miroir sphérique concave et C son centre de courbure. Si une lampe avec cheminée métallique percée

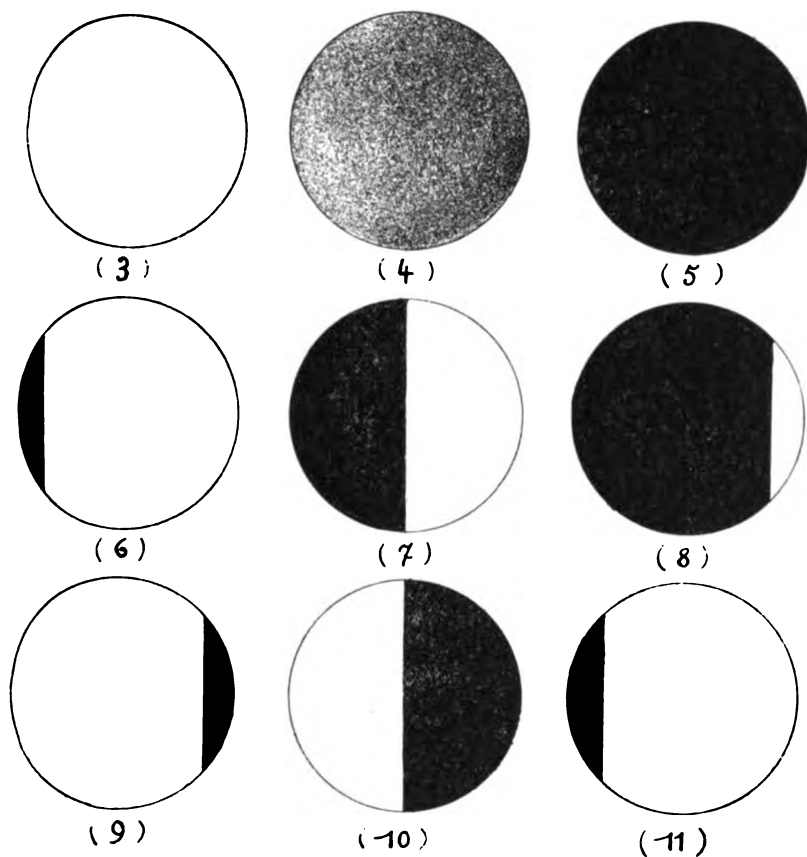


FIG. 3 à 11.

d'un trou d'aiguille en face de la partie la plus brillante de la flamme est placée en D un peu sur le côté de C, les rayons qui en émaneront et tomberont sur le miroir seront réfléchis, concentrés en E, point situé à égale distance de C au côté opposé; ils y formeront une image de D, puis divergeront de nouveau. Si l'observateur place l'œil en F,

un peu plus loin du miroir que E et qu'il avance graduellement, il rencontrera un point d'où le cône de rayons tout entier sera reçu par la pupille et la surface du miroir lui apparaîtra également et brillamment éclairée partout (fig. 3).

Si maintenant le bord vertical d'un écran opaque tel qu'un morceau de fer blanc passe au travers du cône de rayons avant son entrée dans l'œil, quelques-uns de ceux-ci en seront coupés et la partie correspondante du miroir sera assombrie; son aspect variera selon la position de l'écran près du point focal E.

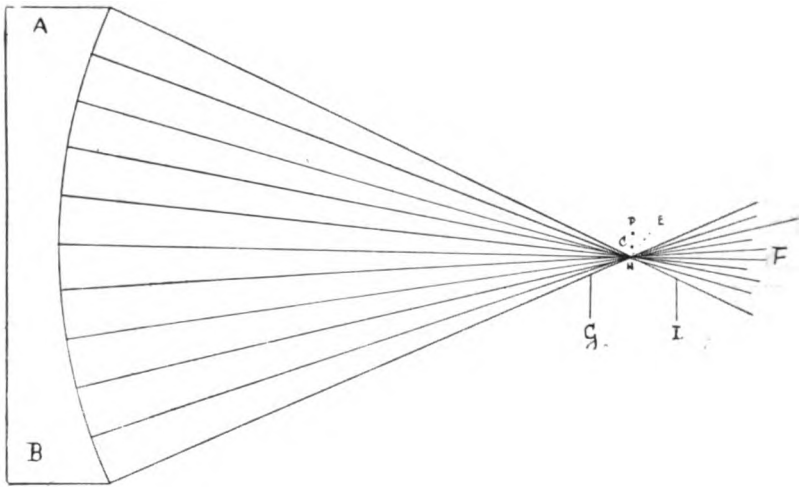


FIG. 2.

Dans la figure 2, les rayons arrivant de la lampe ont été supprimés dans le but d'éviter la confusion, et l'écran est indiqué dans trois positions montrant son action sur la lumière entrant dans l'œil. Si l'écran est en G ou plus près du miroir que le foyer, les rayons coupés le seront du même côté, c'est-à-dire du côté B, et l'ombre se montrera comme en 6, 7 et 8, selon l'état d'avancement de l'écran. Mais si l'écran est en I ou plus loin que le foyer, les rayons interceptés ont croisé l'axe et viennent du côté opposé A du miroir et l'ombre avancera en sens inverse de l'écran comme en 9, 10 et 11, selon chaque position.

Entre celles-ci il existe un point H ou E d'où l'ombre ne paraît venir d'aucun côté, et la surface, de brillante qu'elle était, devient



graduellement grise, puis noire, en même temps sur toute sa surface sans qu'aucune partie ne soit ou plus brillante ou plus foncée que le restant et donne l'impression d'une surface plane uniforme.

S'il y a quelques déviations d'une surface sphérique exacte, elles apparaîtront comme des bosses et des fosses, montrant donc des clairs et des ombres bien nets.

Lorsque l'écran est à une certaine distance de H, l'ombre est bien définie, ce qui n'arrive pas lorsqu'il se trouve rapproché de H ; l'ombre, dans ce cas, est très dégradée.

Nous avons considéré le cas d'un miroir sphérique; ce qui est vrai pour l'entièreté de sa surface est vrai pour chacune de ses zones.

Si nous la supposons divisée en zones concentriques, et que nous les exposons séparément en recouvrant la surface du miroir de pièces de carton, dans chacune desquelles un anneau est découpé pour admettre la lumière à la zone à examiner, nous trouverons que chacune et toutes se comporteront de la même façon que le miroir entier et que chacune s'assombrit seulement dans une seule position de l'écran. Dans un miroir sphérique, cette position est la même pour toutes.

Si, pourtant, le miroir n'est pas sphérique tout en étant régulier ou irrégulier, il sera constaté que la position de l'écran pour laquelle une zone s'obscurcit également est trop près pour quelques-unes et trop loin pour d'autres. Ceci est le point essentiel de la méthode de l'écran et l'appareil est construit dans le but de mesurer la position de l'écran pour les zones successives.

Dans une exposition comme celle-ci, il vaut mieux ne rien considérer comme admis, mais autant que possible expliquer chaque chose. C'est pourquoi, dans la question de parabolisation, je dirai ce qu'elle est, pourquoi elle est nécessaire et ce qui en résulte.

Dans les figures 1 et 2, les rayons lumineux sont représentés comme émanant d'un point D situé tout près du centre de courbure de la surface concave du miroir, tombant sur cette surface et étant réfléchis au foyer E. Il y a une légère erreur due au fait que D et E ne coïncident pas, mais comme ils sont très rapprochés, l'erreur peut être négligée. Si les rayons émanaient de C, ils y retourneraient.

Dans la figure 12, AB est le miroir et C le centre de courbure. Le miroir est montré recevant les rayons parallèles d'une étoile, leur différent trajet sera noté. Ceux qui tombent près du centre sont réfléchis presque parallèlement à leur incidence, mais au fur à mesure que

nous nous rapprochons des bords nous trouvons que la surface du M devient de plus en plus inclinée sur le trajet des rayons qui y tombent et qu'ils sont réfléchis en des points de l'axe de plus en plus rapprochés de sa surface. Il en résulte que quand un semblable miroir est exposé à des rayons parallèles, il les réfléchit à une distance moyenne située à mi-distance de sa surface à son centre de courbure.

Mais chaque zone a un foyer différent. Un miroir sphérique est donc incapable de donner une image nette d'un objet qui lui envoie des rayons parallèles ou presque parallèles. Dans le but de remédier

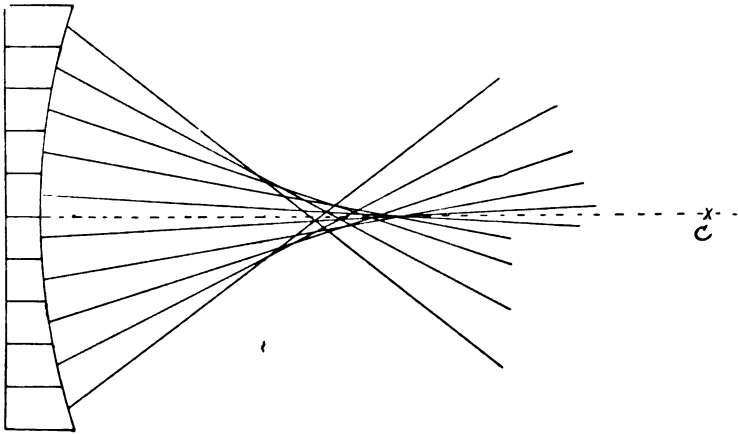


FIG. 12.

à ce défaut, sa surface sera transformée de une ou de deux façons ; soit en raccourcissant les rayons du centre, soit en allongeant celui des bords jusqu'à ce que le foyer de chaque zone coïncide. C'est le procédé de parabolisation, ainsi nommé parce que la section d'un miroir parfait est une parabole. Les objets pour ce faire ne sont pas nombreux. Sir J. W. Herschel, dans son article « The Telescope » paru dans *Encyclopædia Britannica*, dit que l'épaisseur totale à enlever des bords d'un miroir sphérique de 48 pouces (1 m. 22) de diamètre et de 40 pieds (12 m. 20) de foyer n'est que de  $1/21.000^e$  de pouce, soit  $1/8532^e$  de millimètre. Heureusement que l'extrême minutie de ces calculs et l'absolue impraticabilité de leur contrôle dans la pratique ne nous ennuyaient pas. Nous ne nous occupons que de leurs effets sur la direction de la lumière réfléchiée par les différentes parties

du miroir, et comme celle-ci est étudiée au centre de courbure, à une distance d'un couple de mètre de sa surface, les différences en sont amplifiées d'une façon correspondante. Les indications sont si délicates qu'il suffit de laisser le doigt pendant 20 secondes en contact avec la surface du miroir placé en position d'essai pour que la partie touchée puisse être vue comme une bosse élevée au-dessus de la surface par l'expansion due à la chaleur communiquée par le doigt. Il se passe plusieurs minutes pour que l'endroit soit assez refroidi pour reprendre son niveau.

Au point de vue de leur parabolisation, les miroirs peuvent être

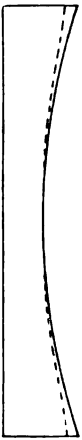


FIG. 13.

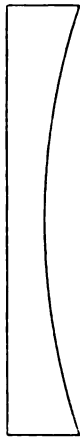


FIG. 14.

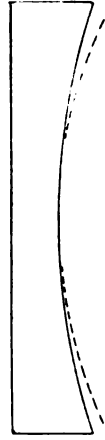


FIG. 15.

divisés en deux grandes classes : les réguliers et les irréguliers. Ces derniers seront renvoyés sans autre forme de procès aux derniers stades d'adoucissement, car tout le temps passé à les corriger sur le polissoir est du temps perdu.

Les miroirs réguliers sont divisés en cinq groupes qui sont : sphéroïdaux, sphériques, elliptiques, paraboliques, hyperboliques. Leur section et leur relation avec la sphère sont montrées figures 13, 14 et 15.

En 13 et 15, les lignes représentent la section du miroir et le pointillé montre la section d'une sphère de même rayon dans sa partie centrale.

La figure 13 représente la section d'un miroir sphéroïdal, c'est-

à-dire dont les bords sont saillants sur la sphère et ont un rayon de courbure plus court que celui du centre.

La figure 14 montre un miroir sphérique; ici le pointillé correspond à la ligne et s'y confond.

La figure 15 représente un miroir elliptique, parabolique ou hyperbolique.

Ces trois genres ont la courbure de plus en plus aplatie vers les bords et ne diffèrent que par le degré d'aplatissement. Leur rayon de courbure va en s'allongeant du centre vers les bords. On en rencontre un exemple familier dans la pointe d'un œuf.

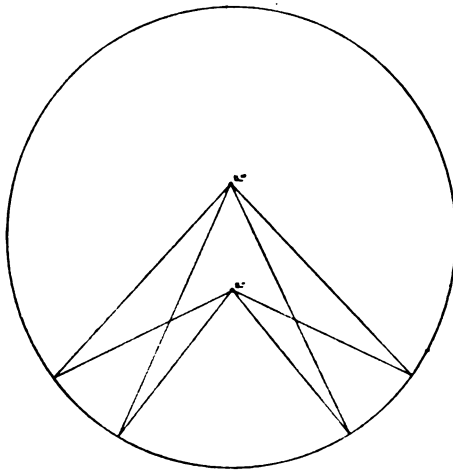


FIG. 16.

La figure 16 représente les rayons émanant d'un foyer d'une ellipse; ils sont tous réfléchis à l'autre foyer.

La figure 17 montre une ellipse plus allongée, avec la même particularité.

Une parabole peut être considérée comme une ellipse dont l'un des foyers se trouve à l'infini et dont les rayons qui lui arrivent sont parallèles.

Dans le même ordre d'idées une sphère peut être considérée comme une ellipse dont les deux foyers sont rapprochés au point de coïncider.

Si un miroir a une section hyperbolique, c'est parce que ses bords sont trop aplatis; les rayons et les longueurs focales des bords sont trop longs pour réunir tous les rayons lumineux au même point que le centre.

Lorsqu'on les examine avec l'écran au centre de courbure, tous les miroirs réguliers se groupent en trois divisions seulement. Les sphéroïdaux, les sphériques et un troisième groupe qui comprend les elliptiques, les paraboliques et les hyperboliques; ces trois derniers diffèrent de la sphère de la même façon, mais à un degré plus ou moins avancé.

Retournons à la figure 2, plaçons la lumière en D, l'œil de l'obser-

vateur en F et dans le but de nous trouver dans les conditions sous lesquelles les formes variables sont examinées ; laissons l'écran comme

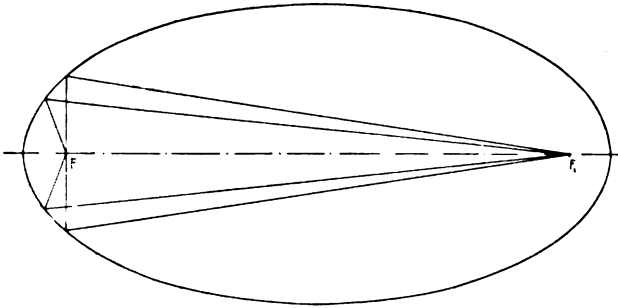


FIG. 17.

dans la figure 2 placé au point focal de la zone située à mi-distance du centre à la circonférence. Pour y arriver, prenons un carton carré dont le côté est égal au diamètre du miroir et agencé comme l'indique la figure 19.

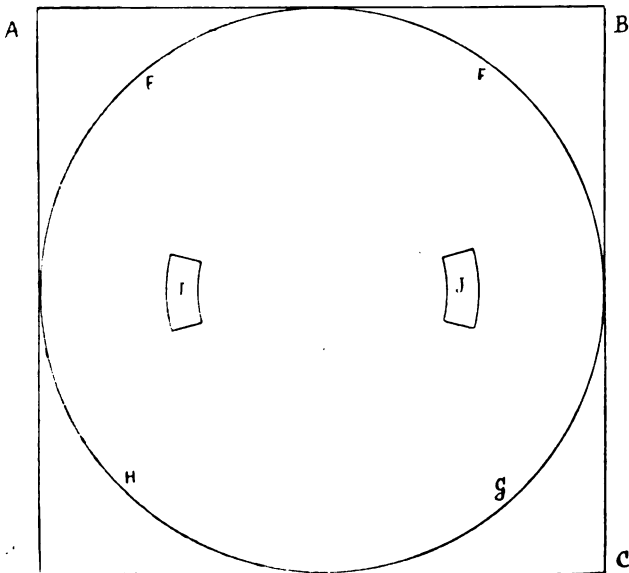


FIG. 18.

A, B, C, D est un carton carré juste assez grand pour couvrir le miroir dont la place est marquée par le cercle E, F, G, H et dont I et J sont deux ouvertures courbes par lesquelles deux portions du miroir situées entre le bord et le centre sont exposées aux rayons lumineux alors que le restant du miroir est masqué.

Si maintenant l'écran opaque de fer blanc aminci en lame de couteau est passé dans le trajet des rayons lumineux et qu'on l'avance et

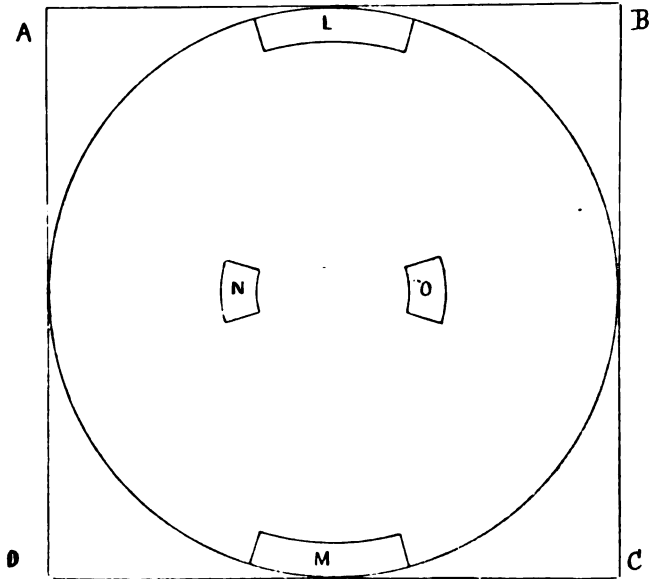


FIG. 19.

qu'on le recule jusqu'à ce qu'on soit au bon endroit, les ouvertures I et J disparaissent également et simultanément; l'écran se trouvera alors exactement dans le plan focal de cette zone médiane.

Enlevez maintenant le carton et réexaminez l'apparence du miroir découvert, vous y verrez la présence de clairs et d'ombres par lesquels la configuration générale du miroir peut être reconnue, ce qui permet de le classer du coup.

Dans la description suivante, il est bien entendu que la lumière est à la droite de l'observateur qui emploie son œil droit, et que l'écran passe de gauche à droite.

Ceci est essentiel pour interpréter correctement les ombres. Si les conditions sont changées, la signification des ombres sera différente, quoique l'interprétation finale doive être semblable.

Nous éviterons la confusion si nous travaillons toujours de la même façon, en posant comme principe que *les ombres doivent être interprétées comme si la surface du miroir était éclairée par la lumière émanant d'un point qui se trouve du côté opposé à celui duquel l'écran avance et qu'une partie ombrée se trouve donc être en contrebas des*

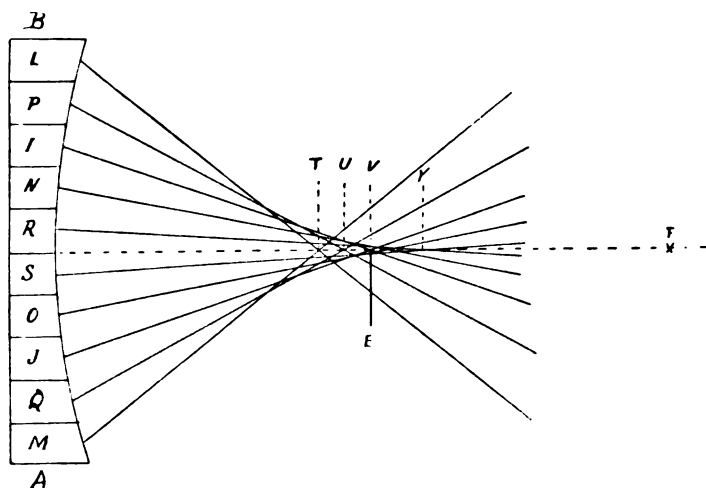


FIG. 20.

*parties éclairées qui, elles, par leur élévation, arrêtent la lumière au passage.*

A, B, C, D représente un carton carré dans lequel on a découpé deux paires d'ouvertures M, L et N, O qui le rend apte à servir pour l'essai de deux zones. Il repose sur le côté D, C, lorsque N et O sont utilisés. On le tourne d'un quart de tour lorsqu'on emploie L et M. On pourrait objecter que le bord intérieur et le bord extérieur d'une ouverture peuvent correspondre à deux parties du miroir qui ont une courbe différente. En fait, ceci ne me donne aucune difficulté dans la pratique, car je fais les ouvertures d'un demi-pouce (12<sup>mm</sup>7) seulement et, lorsqu'elles disparaissent simultanément, je considère que l'écran est au centre de courbure d'une zone étroite du miroir, à mi-distance des bords intérieurs et extérieurs de l'ouverture employée.

Des trous d'un demi-pouce de largeur donnent suffisamment de lumière avec un miroir non argenté et ils répondent mieux à leur but lorsqu'ils ont la forme indiquée, que si toute la zone annulaire était exposée.

Les valeurs des aberrations de la table qui sera donnée plus loin sont calculées pour la ligne médiane de zones d'un demi-pouce de largeur, en commençant au centre du miroir.

La figure 20 nous montre la marche des rayons réfléchis par un miroir sphéroïdal. Dans cette forme, le rayon des différentes zones va

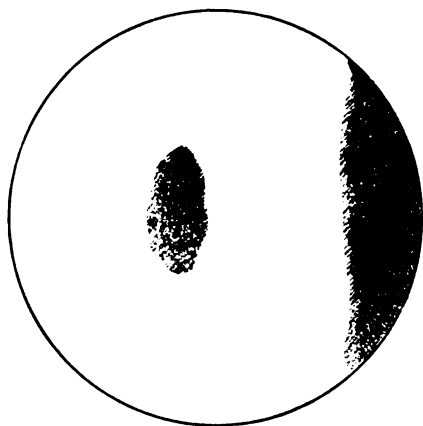


FIG. 21.

en se raccourcissant lorsqu'on passe du centre à la circonférence. A, B est la section du miroir que l'on suppose divisé en cinq zones concentriques et dont les lettres ont été placées pour correspondre à celles de l'écran percé de la figure 19; les rayons réfléchis sont dessinés comme partant de la partie médiane de chaque zone. Les rayons partant de L, M arrivent à un foyer situé en T sur l'axe; ceux de la zone P, Q en U, ceux de I, J en V, ceux de N, O en X, et ceux de la portion centrale R, S en Y.

L'écran mobile en lame mince est placé en V qui est le foyer de I, J, la zone médiane du miroir. Supposons que l'écran (*arrivant toujours de gauche*) est assez avancé pour rencontrer l'axe et pour couper la moitié de la lumière de la zone I, J. Le carton figure 18 a été utilisé pour chercher l'emplacement longitudinal de l'écran, mais il est supposé enlevé et ne figure pas au diagramme.

Si l'observateur place dans ces conditions l'œil en F et qu'il le rapproche graduellement jusqu'à l'écran E, la surface du miroir lui apparaîtra comme figure 21 avec une ombre noire du côté droit et une autre un peu à gauche du centre.

Un examen de la figure 20 explique le phénomène. L'écran E a coupé la lumière de L et de P qui a croisé l'axe en T et en U avant d'arriver à E et aussi la lumière de S et de O qui n'a pas encore atteint



l'axe. Comme la lumière de ces parties est arrêtée avant d'arriver dans l'œil, ces parties paraissent sombres. On suppose que l'écran est suffisamment avancé dans le cône pour couper un peu de la lumière de I, J, et ces parties paraissent grises. Mais il n'y a aucun effet produit sur les rayons de M, Q, R et N; les parties les plus brillantes du miroir étant R et M, les plus sombres L et S alors que P, N, O, Q de chaque côté de I, J sont ombrées.

En imaginant le miroir comme éclairé par une lumière se trouvant presque dans son plan, il est évident que ces ombres ne peuvent être produites que par une surface semblable à celle dont la coupe est représentée figure 22 par la ligne X, Y, Z.

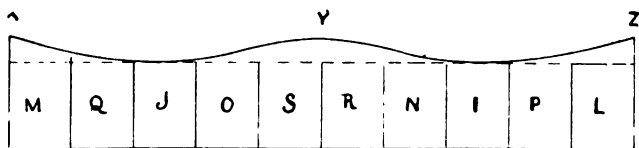


FIG. 22.

La ligne A, B représente une surface plane qui montrerait une ombre grise uniforme correspondant au miroir sphérique. La ligne ondulée X, Y, Z montre dans quel sens le miroir considéré diffère d'une surface sphérique. Près de Z, il est tourné du côté opposé à la lumière, et est par conséquent sombre; en X il est tourné vers la lumière et est clair, alors que dans le milieu il existe une élévation qui est éclairée du côté droit et obscure à gauche.

Les ombres vues sur le miroir sont toujours interprétées dans ce sens; une ombre montre que cette partie de la surface est tournée du côté opposé à la lumière, et une partie brillante montre qu'elle est tournée vers la lumière qui la frappe. Si l'écran vient du côté droit, l'interprétation des ombres et des clairs doit se faire d'une façon diamétralement opposée.

Un peu de pratique est nécessaire pour arriver à se représenter la surface comme un solide de forme convenable, car nous n'avons que les ombres pour nous guider et nous ne pouvons pas employer la vision binoculaire.

Aussi la surface du miroir semble parfois se renverser de la plus ennuyeuse façon, les élévations apparaissent comme des dépressions, et

vice versa ; mais si on fait un croquis sommaire des ombres qu'on voit, comme dans la figure 21, on peut en déduire une section du solide apparent comme figure 22, en se souvenant de toujours prendre la zone I, J comme niveau de la ligne A, B.

La figure 23 constitue une autre méthode pour démontrer la relation de figure qui existe entre un miroir sphéroïdal et une courbe sphérique au point de vue de la bosse centrale et des bords de saucière.

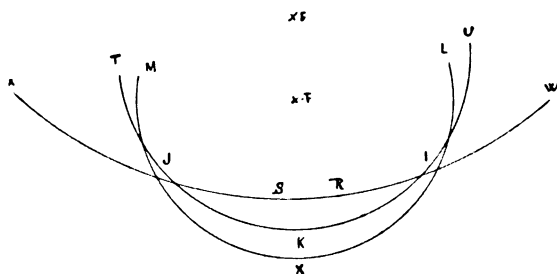


FIG. 23.

Ici, pour éviter toute confusion, le miroir est supposé divisé en trois zones seulement : 1° la zone I, J ; 2° la zone intérieure S, R ; 3° la zone extérieure. La courbe irrégulière M, J, S, R, I, L représente la section d'un miroir sphéroïdal et est construite des parties des trois cercles de différents rayons. I, J sont les parties de la zone à mi-distance du centre à la circonférence et sont parties du cercle T, J, K, I, U, qui a son centre en E. S, R est la partie du miroir à l'intérieur de la zone de test ; elle a un rayon plus long et son centre de courbure tombe en dehors des limites du dessin. Elle est continuée de part et d'autre vers V et W. La zone extérieure M et L est partie du cercle M, X, L et a son centre en F, son rayon étant plus court que les autres. Le solide lenticulaire compris entre S, R et K correspond à l'élévation centrale Y de la figure 22, alors que M et L sont élevées au-dessus de T et U dans le même sens que X et Y le sont au-dessus de A et B. La justesse de la méthode d'interprétation des ombres est ainsi confirmée.

La figure 24 est une représentation semblable d'un miroir hyperbolique. M, J, S, R, I, L est une section de la surface d'un miroir divisé en trois zones et est construit des parties de trois cercles. La partie

centrale est une portion du cercle V, S, R, W ayant son centre en  $g$ ; la zone médiane, portion du cercle T, J, K, I, U ayant son centre en E, et la zone externe portion de M, X, L dont F est le centre. Ceci

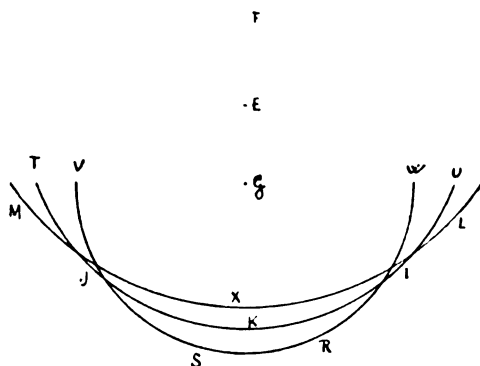


FIG. 24.

montre comment la surface porte une dépression au centre et est plus basse en dehors de la zone de test J, I et ce, en n'importe quel endroit.

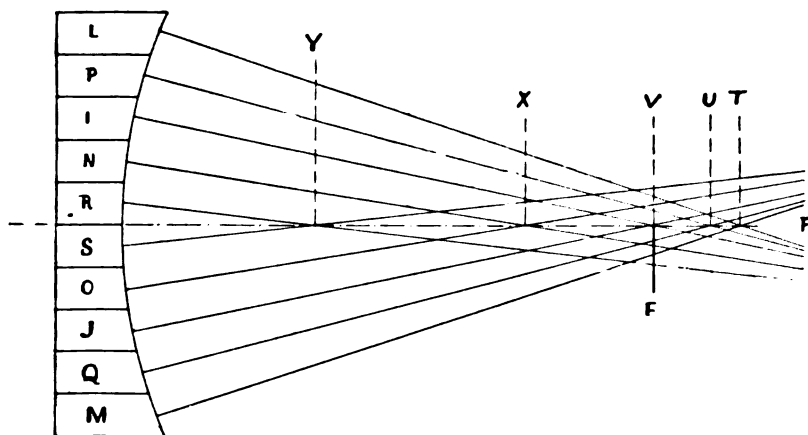


FIG. 25.

La figure 25 montre l'action d'un miroir hyperbolique sur la répartition de la lumière.

Les mêmes lettres sont employées que dans le diagramme précédent. Ici les longueurs focales et les rayons augmentent quand nous allons du centre vers les bords. Si un miroir de cette catégorie est placé pour examen, de la façon habituelle au centre de courbure et que l'écran E est soigneusement ajusté au point focal de la zone I, J, les ombres qui seront vues par l'observateur seront semblables à la figure 26 et justement l'opposé du miroir sphéroïdal (fig. 21).

FIG. 26.

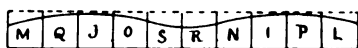
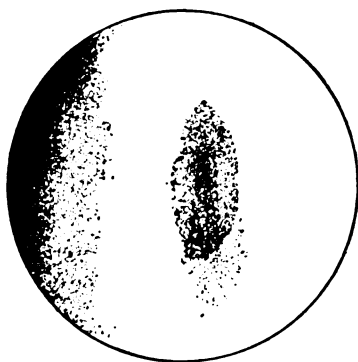


FIG. 27.

L'écran a masqué la lumière de M, Q, qui n'a pas pu arriver à l'axe et celle venant de R, N qui a déjà croisé l'axe en Y et X. Ces parties sembleront donc sombres. Les parties les plus brillantes sont L, P et O, S et, en suivant le même raisonnement que précédemment, nous trouverons que la section apparente du miroir sera comme figure 27.

Plus le miroir sera hyperbolique, plus les ombres seront intenses, et vice versa.

Les ombres dans le cas du miroir parabolique ou elliptique sont exactement les mêmes mais beaucoup plus faibles. Elles sont faciles à constater sur un miroir parabolique d'une longueur focale

égale à sept diamètres, mais si peu que le rapport augmente, la dépression centrale est difficile à voir et n'aperçoit plus qu'un très léger éclat au côté droit près du bord et une très légère ombre à gauche.

Il est très difficile de donner dans un dessin une idée exacte de ces changements de lumière et d'ombre.

On doit ici appeler l'attention sur l'apparence du miroir lorsqu'on l'essaie de cette façon au centre de courbure, apparence que je n'ai vu décrite nulle part et qui est vue immédiatement dans la forme hyperbolique.

Je crois que Draper y fait allusion, mais comme mon livre est actuellement aux Indes, il m'est impossible de contrôler. Dans la

démonstration de la figure générale d'un miroir il est de toute importance que l'écran soit toujours placé au foyer de la même zone, sinon les apparences peuvent varier tellement qu'elles peuvent faire douter si on est en présence de la même pièce!

Pour les cas des figures 20, 21, 25 et 26, l'écran E est placé au foyer de I, J; 22 et 27 montrent les sections apparentes des miroirs.

Les figures suivantes :

FIG. 28.

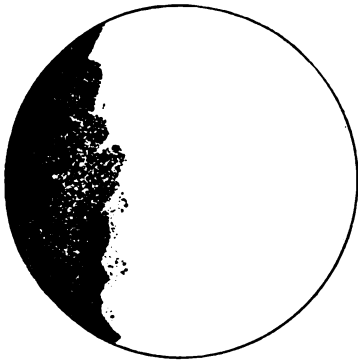


FIG. 30.

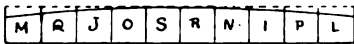
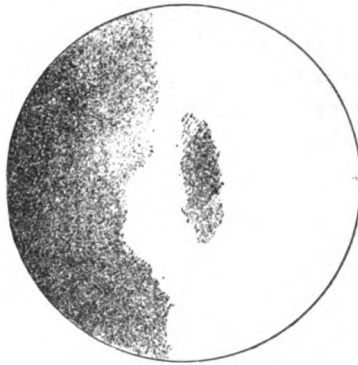


FIG. 29.

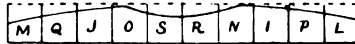


FIG. 31.

28, 30, 32 et 34 montrent les apparences données par les ombres, lorsque l'écran est placé au point focal des autres zones; et les figures 29, 31, 33 et 35 la section des solides apparents correspondant à ces ombres.

La figure 28 représente le miroir hyperbolique avec l'écran E placé en Y; la figure 29, la section correspondante.

Idem pour 30 et 31 avec l'écran E en X.

Idem pour 32 et 33 avec l'écran E en U.

Idem pour 34 et 35 avec l'écran E en T, au foyer de la zone marginale.

(A suivre.)

PAUL VINCART,

*Vice-président de la Société d'Astronomie d'Anvers.*

## LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA « RELATIVITÉ RESTREINTE ».

(Suite.)

### VIII

Au lieu de rechercher comment peut varier un phénomène optique quelconque suivant qu'il est provoqué par un rayon se propageant dans le sens du mouvement de la Terre ou en sens inverse de celui-ci, on pourrait superposer à l'aide d'un dispositif optique approprié deux rayons émanés d'une même source et ayant suivi des directions différentes par rapport à la translation terrestre; dans ces conditions ces rayons s'influencent l'un l'autre, peuvent interférer, et la théorie fait prévoir que des variations de l'ordre de  $\nu^2 : c^2$  ou  $10^{-8}$  se produiront

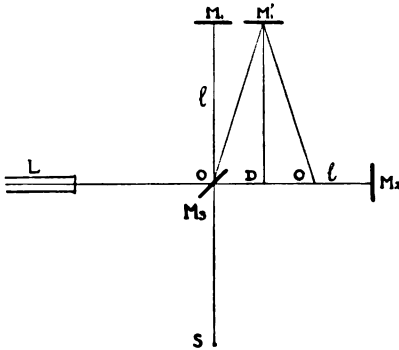


FIG. 12.

dans les éléments mesurables des expériences. Si celles-ci continuent à donner des résultats négatifs, la valeur probante des conclusions que l'on pourra en déduire sera notablement augmentée dans notre esprit.

L'expérience de Michelson (1881) réalise ces desiderata (voy. ci-contre le schéma).

Une source monochromatique S envoie sur un miroir légèrement argenté  $M_3$  — ce qui permet le passage direct et la réflexion simultanées — un rayon  $SO$ . Le miroir  $M_3$  est à  $45^\circ$  sur  $SO$ . Une partie du rayon le traverse, continue son chemin jusqu'en  $M_1$ , à la distance  $l$ , où il rencontre un nouveau miroir qui le renvoie normalement sur ses pas; le rayon revenu en  $M_3$  est réfléchi dans la lunette-interféromètre  $L$ . La seconde partie du rayon émané de  $S$  a été réfléchi à  $45^\circ$  suivant  $OM_2$  sur le miroir  $M_2$ ; celui-ci le renvoie sur ses pas en  $O$  et  $L$ . La distance  $OM_2$  vaut encore  $l$ .

On obtient ainsi deux rayons lumineux monochromatiques provenant d'une même source  $O$  et venant se superposer dans la lunette  $L$ , après avoir parcouru des chemins égaux. Ils peuvent dans ce cas interférer même en milieu homogène, si les chemins géométriquement

égaux sont « optiquement » différents, c'est-à-dire comprennent des nombres de longueurs d'ondes différents. C'est ce qui se présentera si la propagation se fait dans un éther hypothétique immobile (avec le Soleil) et si les directions  $OM_2$  et  $OM_1$  sont prises suivant la tangente et la normale à l'orbite terrestre. Les durées des deux parcours  $OM_1 - M_1O$  et  $OM_2 - M_2O$  devront être différentes.

Montrons-le.

Recherchons d'abord le temps mis par le rayon lumineux pour effectuer le double parcours  $OM_1 - M_1O$ . En réalité, puisque la propagation se fait dans l'éther immobile, le rayon  $OM_1$  pour atteindre le miroir  $M_1$  qui s'est déplacé de  $M_1$  en  $M_1'$ , suivra la droite  $OM_1'$ . Si  $t_1$  est le temps du parcours  $OM_1'$ , on aura :

$$l^2 = c^2 t_1^2 - v^2 t_1^2$$

d'où :

$$t_1 = \frac{l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Le temps du retour sera identique et conséquemment celui du double parcours  $OM_1 - M_1O$  vaudra :

$$T_1 = \frac{2l}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right)$$

en négligeant les quantités de l'ordre  $v^4 : c^4$ . Quant au temps  $T_2$  du parcours aller et retour  $OM - M_2O$ , il vaut évidemment .

$$T_2 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{v^2}{c^2} \right).$$

Les temps  $T_2$  et  $T_1$  sont donc inégaux et leur différence est égale à

$$T_2 - T_1 = \frac{l}{c} \cdot \frac{v^2}{c^2}.$$

On doit observer des franges d'interférence. Comme il est impossible d'ailleurs de régler les dimensions primitives de l'appareil, de telle manière qu'il ne s'en produise pas en tout état de cause, on fait subir à l'ensemble du système une rotation de  $90^\circ$  autour de l'axe vertical, de manière à échanger les positions respectives des deux directions  $OM_2$  et  $OM_1$ . Dans ce cas, on devra observer un *déplacement* des

franges sous le fil du micromètre oculaire de l'interféromètre et ce déplacement, exprimé en franges, vaudra :

$$N = \frac{2(T_2 - T_1)}{\tau} = \frac{2l}{c\tau} \cdot \frac{v^2}{c^2} = \frac{2l}{\lambda} \frac{v^2}{c^2}.$$

$\lambda$  est la longueur d'onde et  $\tau$  le temps d'une vibration monochromatique. On voit que le terme  $\frac{2l}{\lambda}$  peut devenir aisément de l'ordre  $10^8$ , car  $\lambda$  (pour le jaune) vaut environ  $6.10^{-5}$  centimètres et  $l$  peut atteindre plusieurs mètres. D'ailleurs, les mesures ont une précision telle que l'on évalue aisément un centième de franges.

Le résultat de ces expériences, répétées un grand nombre de fois, dans tous les azimuts et à toutes les époques de l'année, fut toujours négatif. Quelle que soit la direction et la grandeur de la vitesse de la Terre dans l'orbite qu'elle parcourt autour du Soleil, son déplacement dans l'éther ne peut être mis en évidence par l'expérience, conduite cependant de telle manière que ce déplacement devait, dirons-nous, « sauter aux yeux de l'expérimentateur ».

Les conséquences logiques et fatales de ces expériences négatives valaient que celles-ci fussent reprises et discutées : elles le furent d'ailleurs et à suffisance : par Michelson lui-même, par Morley en 1887, par Lorentz la même année, par Morley et Miller encore en 1904 et 1905 ; puis une commission scientifique, à laquelle prirent part les physiciens les plus éminents du monde entier, se réunit et conclut à la réalité et à la certitude absolue de cette conquête expérimentale — peut-être pénible — qui enlève à l'esprit humain tout point « fixe » dans l'Univers.

Elle dit en effet au physicien : L'éther que vous avez imaginé, s'il existe, ne peut être considéré comme immobile et faisant corps avec le soleil ou les étoiles fixes. Ces expériences faites à la surface de la Terre prouvent au contraire qu'il doit être considéré comme se mouvant avec elle. Encore une fois, ces expériences, pas plus que les expériences mécaniques, ne peuvent mettre en évidence le mouvement « absolu » du système mobile où l'observateur se trouve. Les expériences d'optique confirment les expériences mécaniques ; elles ne peuvent nous aider à satisfaire ce désir en quelque sorte instinctif de l'esprit humain, de trouver dans cet univers que nos yeux contemplent sans le comprendre, le point fixe auquel il aspire et sur lequel il voudrait fonder ses pensées.



Vain espoir et aussi *folle* espérance, car, si les expériences des physiciens avaient dit le contraire de ce que Michelson nous a appris, si elles nous avaient dit : « L'éther est immobile », il nous eût cependant été impossible d'y marquer le point *fixe* — le roc inébranlable — auquel, dans l'océan éthéré, nous voulions amarrer un instant le frère esquif où s'accomplit notre voyage.

Nous avons poursuivi une chimère sans vouloir l'avouer et tout en la pressentant. Malgré tout il était nécessaire que l'expérience, notre seul soutien, notre seul guide éprouvé, vînt nous dire : Vous vous êtes trompé; il faut dorénavant plier vos pensées à cette certitude nouvelle, quoiqu'elle vous peine; vous aviez cependant admis sans vous plaindre et vous vous étiez fait à cette pensée que les phénomènes d'ordre *mécanique* dont vous êtes témoin sur le navire qui vous transporte au sein de ce vaste univers ne peuvent vous dire : « Tu marches et ton but est là-bas. »

Malgré tout, cependant, vous espériez encore en l'éther mais, encore une fois l'expérience inflexible a prononcé : « Au-dessus de l'océan éthéré vous aviez espéré voir briller le phare qui devait vous montrer la route. Nul phare n'a été élevé et aucune rive n'existe pour l'asseoir. »

(*A suivre.*)

E. LAGRANGE.

## VULGARISATION DE LA MÉTÉOROLOGIE

La météorologie, du moins sous certains de ses aspects, intéresse tout le monde : le cultivateur qui suppute la valeur de sa récolte, le marin dont la vie est une lutte perpétuelle contre les éléments, le Monsieur bien renté, indécis quant à la date de son départ à la côte d'Azur, le travailleur manuel ou intellectuel, qui a projeté une belle excursion pour le dimanche, « the man in the street », à qui elle procure un inépuisable aliment pour les conversations languissantes.

La météorologie est une science que tout le monde connaît ou croit connaître sans y avoir sacrifié vingt-quatre heures d'étude. Le Monsieur bien portant dispose d'un stock de remarques, proverbes, dictons, souvent contradictoires, mais toujours infaillibles, qui résument, en quelques mots lapidaires et définitifs, la science météorologique de tous les temps et de tous les lieux. Le particulier, affligé de rhumatismes, a toujours prévu trois ou quatre jours d'avance l'arrivée du

mauvais temps, mais n'a fait ses confidences qu'au moment où la pluie fouettait ses vitres. Enfin, celui dont la petite infirmité relève du pédicure, possède sous son box-calf un laboratoire météorologique d'une perfection inouïe, devant lequel le réseau européen des stations d'observation, complété par le réseau des stations radiotélégraphiques, n'est qu'un jeu puéril.

Mais effleurez ce vernis d'omniscience : il s'écaille et découvre une indigence totale et un monde de préjugés.

Il existe heureusement une autre catégorie de personnes : ceux qui savent que la météorologie est une science déjà très vaste, encore que relativement jeune, et qui désireraient en connaître, sans trop d'efforts ni de recherches, les éléments utiles à la vie courante.

Je ne crois pas vain d'écrire ici, à leur intention, une série d'articles que je m'efforcerai de rendre compréhensibles à tous, tout en évitant le manque de rigueur et de précision.

J. J.

\* \* \*

### La prévision du temps.

1. — *Le temps et la pression barométrique locale.* — Procurons-nous un baromètre à mercure etastreignons-nous à noter, chaque jour, ou même plusieurs fois par jour, la hauteur de la colonne mercurielle et en même temps *le temps qu'il fait* : nous ne tardons pas à être surpris par une série de coïncidences qui ne peuvent être l'effet du hasard. Nous remarquons qu'à une pression très élevée correspond généralement un ciel serein et un vent assez faible, une température élevée en été, un froid vif en hiver. Au contraire le baromètre est-il bas, le soleil se cache obstinément, la pluie apparaît, ou la neige, et le vent souffle avec une violence d'autant plus grande, semble-t-il, que le baromètre est plus bas. Comme nous avons encore la conviction que la nature obéit à des lois simples, nous croyons avoir découvert une règle d'application très aisée, qui lie *le temps* aux indications d'un instrument peu compliqué. Et si notre cœur est pur, nous nous réjouissons de cette trouvaille, et nous nous hâtons d'inscrire sur la planchette de notre baromètre, en regard de certaines hauteurs : *Beau fixe, Variable, Pluie, Tempête, etc.*

Mais hélas, il nous faut bientôt déchanter, car si nous poursuivons assidûment et *honnêtement* les observations, nous ne tardons pas à nous apercevoir que nous avons généralisé trop hâtivement : bien que

le baromètre marque beau fixe, une pluie fine nous transperce et nous glace; le mercure marque tempête et les petites branches des arbres sont à peine agitées; il devrait pleuvoir et, après les quelques averses de cette nuit, le soleil brille dans un ciel immaculé !

*Le temps* obéit donc à des lois autrement compliquées que celles que nous avons cru pouvoir déduire de statistiques insuffisantes et nous nous empressons d'effacer les inscriptions, d'un caractère si formel, que nous avons tracées sur notre planchette. Mais le fabricant de l'instrument, qui est en même temps un commerçant avisé, n'aura garde de suivre notre sage exemple, car l'acheteur emportera, avec l'appareil, la certitude candide de voir d'un seul coup d'œil, non le temps qu'il fait, mais *le temps qu'il fera*.

Cette petite histoire, ami lecteur, est déjà vieille, mais c'est une histoire vécue. Depuis longtemps, on ne croit plus, personne ne croit plus à la vertu de ces belles inscriptions; et pourtant, sauf sur les instruments scientifiques, elles continuent à s'étaler en gros caractères sur la plupart des baromètres du commerce, qu'ils soient à mercure ou anéroïdes. Elles figurent certainement sur la vôtre, et pour être sûr que vous ne leur accorderez plus jamais aucun crédit, effacez-les, barbouillez-les d'encre, au risque d'abîmer l'esthétique de votre appareil : le déracinement d'un préjugé vaut bien ce petit sacrifice.

\* \* \*

Les expériences précédentes ne nous ont rien appris de définitif, mais elles n'ont pas été inutiles : nous savons à présent qu'entre la pression barométrique et *le temps*, il n'y a pas indépendance complète : il existe une relation vague, mal définie encore, mais certaine.

Afin de ne pas être astreint à des mesures trop fréquentes de hauteur barométrique, procurons-nous un baromètre enregistreur, qui nous fournira, sans qu'il nous en coûte, *l'histoire de la pression barométrique, à l'endroit où nous nous trouvons* (1). Après quelques

---

(1) L'usage d'un baromètre enregistreur ne dispense pas complètement des lectures au baromètre à mercure, si l'on désire connaître la pression, d'une manière précise, en valeur absolue. Les mesures directes permettent de corriger la courbe de l'enregistreur, *par interpolation*. Les baromètres anéroïdes, qu'ils soient enregistreurs ou à lecture directe, comportent des causes d'erreurs que ne peuvent éliminer ni une construction très soignée, ni un réglage minutieux.



Mais l'ascension du baromètre s'est ralentie, la courbe atteint son sommet, elle redescend et le même processus de temps recommence.

Le lecteur comprendra sans peine que la description qui précède n'est qu'une esquisse, brossée à grands traits, schématisée, *stylisée*. Il convient cependant, pour ne pas fausser les idées, de lui mettre sous les yeux un *cas concret, sans caractère exceptionnel de simplicité*. Examinons donc la figure 13 qui nous montre la marche de quelques éléments météorologiques du 22 au 25 octobre 1921. Nous voyons que, *dans les grandes lignes*, la variation des éléments météorologiques est sensiblement conforme à la description qui précède. Nous voyons de plus que la courbe de vitesse de vent présente une certaine analogie avec la courbe du baromètre *renversée*. La nébulosité n'a pas suivi une évolution aussi simple que celle qu'on aurait pu prévoir; de même la distribution de la pluie n'a pas la régularité du schéma ci-dessus. La girouette n'a pas non plus tourné, *régulièrement*, du sud vers l'ouest en passant par le nord : sa marche est hésitante; après une rotation dans le sens prévu, on la voit même *rétrograder* pendant un certain temps. *Un examen attentif du barogramme va nous fournir une explication satisfaisante de ces anomalies*. Le creux barométrique n'est pas régulier : il présente une série de *petits minima*, ou plutôt une série de points d'inflexion comme si, *à une grande variation régulière de trois jours, se superposaient des variations de même nature, mais d'une durée et d'une amplitude moindres*. Le temps (vitesse du vent, girouette, précipitations et nébulosité) doit donc être une résultante complexe d'effets qui tantôt se superposent, tantôt se contraignent. Il n'y a dès lors rien d'étonnant dans les mouvements désordonnés de la girouette, la variabilité de l'état du ciel, l'irrégularité apparente de la pluie. Notons dès maintenant *la coïncidence frappante entre les heures de précipitation et les changements de direction du vent*; nous y reviendrons plus tard.

Le creux barométrique des 22, 23 et 24 octobre 1921 n'est pas exceptionnellement irrégulier; certaines variations d'ailleurs assez rares se présentent avec un grand caractère de simplicité.

Dans l'exemple que nous venons d'examiner, nous n'avons pas étudié la marche de la température : cette étude serait compliquée par suite de la nécessité de tenir compte de la variation diurne et de la variation annuelle.

L'examen détaillé d'un certain nombre de barogrammes nous amène aux constatations suivantes. Deux pressions égales corres-

pondent à des *temps* différents, suivant que le baromètre est en hausse ou en baisse. Deux ondulations de la courbe qui n'ont ni la même période, ni le même maximum, ni le même minimum correspondent à des évolutions du temps à peu près identiques.

Ces constatations nous montrent à suffisance l'inanité de la croyance aux inscriptions de la planchette du baromètre et précisent un peu nos idées concernant les relations entre la pression et le temps.

Mais comme nous avons appris à être prudent, ne nous hâtons pas de formuler dès à présent des lois rigides.

Une longue expérience va nous apprendre que notre réserve était sage. En effet, voici qu'à une longue période de haute pression, correspond un temps gris, brumeux, des brouillards persistants; voici, d'autre part, une baisse barométrique bien caractérisée pendant laquelle la girouette, anarchiquement, a tourné du nord vers le sud en passant par l'ouest.

Nous sommes donc toujours dans une grande incertitude et pourtant notre ignorance est moins complète qu'au début de nos recherches : nous nous rendons compte à présent que le temps est sous la dépendance, non seulement de la pression barométrique, mais aussi et surtout de *la manière dont celle-ci évolue, en un endroit donné*. Cette dépendance, nous ne pouvons encore la fixer en une règle formelle. Le pourrions-nous jamais? Essayons.

\* \* \*

## 2. — *Relation entre la variation barométrique de deux stations.* —

En même temps que nous, un ami installé à la pointe ouest de l'Irlande, à *Valentia*, s'est livré à des recherches analogues aux nôtres et nous communique ses résultats et ses diagrammes. A peu de chose près, ces conclusions sont analogues à celles que nous avons formulées : nous avons tout lieu de nous en réjouir, car nous apprenons de la sorte qu'elles n'ont pas qu'un intérêt purement local.

Mais une heureuse surprise nous attend : *les courbes du barographe de Valentia, tout en étant différentes des nôtres, ont avec elles, très fréquemment, un caractère de parenté indiscutable, et les variations du baromètre de Valentia sont antérieures aux variations de la pression à Uccle*. Le retard est d'ailleurs peu régulier, souvent compris entre un ou deux jours. Les changements de pression semblent donc se transmettre de l'ouest vers l'est en se déformant en cours de route.

.

La figure 14 nous montre un exemple frappant de la parenté entre les deux barogrammes : pendant une semaine les grandes comme les petites fluctuations de la pression à Valentia se sont reproduites à Uccle, avec un retard remarquablement constant de 12 heures environ. Mais ici aussi, nous rencontrons hélas des exceptions ! Telle chute brusque de pression, accompagnée d'une tempête à Valentia, correspondra à une inflexion à peine sensible du barographe d'Uccle. Par contre, l'inverse pourra se produire, et ceci est sans doute plus fâcheux. Y aura-t-il donc toujours des exceptions ?

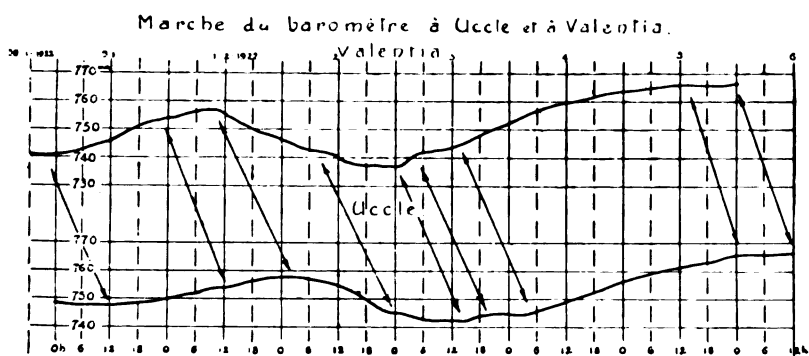


FIG. 14.

Si au lieu de comparer les indications du baromètre d'Uccle, avec un autre installé à l'ouest de l'Irlande, nous avions choisi une station de comparaison beaucoup plus rapprochée, Gand par exemple, nous aurions constaté que les courbes étaient à peu près superposables, Uccle marquant toutefois généralement un léger retard. Et si nous avions eu un correspondant en Amérique, nous n'aurions pu trouver une relation certaine entre ses observations et les nôtres.

(A suivre.)

J. JAUMOTTE,  
Directeur de l'Institut météorologique  
de Belgique.

## L'OBSERVATOIRE DE LA SOCIÉTÉ

Grâce à l'extrême bienveillance de M. G. Lecoinge, directeur de l'Observatoire de Belgique, la Société belge d'Astronomie voit se réaliser pour ses membres un rêve caressé depuis de nombreuses années et dont la guerre néfaste avait ajourné, si pas compromis gravement la matérialisation.

Si, en religion, la foi sans les œuvres est une foi morte, en astronomie les choses sont en tout semblables et seul l'examen régulier du ciel est capable d'entretenir l'élan scientifique. Guidé par cette idée et par le haut intérêt scientifique qu'il accorde à la Société d'Astronomie, M. le directeur Lecoinge a mis à la disposition de cet organisme deux coupoles de l'Observatoire. L'une de ces coupoles, non pourvue d'instrument, appelée la coupole géodésique, recevra prochainement une lunette de première mise au courant, installation provisoire destinée à faire place à bref délai à un instrument sérieux d'observation.

L'autre coupole, située dans le jardin, à l'ouest du bâtiment central et tout à fait indépendante de celui-ci, est précédée d'un petit bureau contenant le nécessaire pour une bonne préparation aux observations. La salle d'observation elle-même, dont la coupole est mue électriquement, contient un équatorial par Troughton et Simms de 95 millimètres d'ouverture et 1<sup>m</sup>50 de longueur focale.

Cet instrument, à *monture anglaise*, a été depuis la fondation de l'Observatoire jusqu'en 1880 en service régulier; il comptait, pendant cette période, comme l'un des bons instruments d'observation. Il est, d'ailleurs, très bien conservé et a reçu une mise en état soignée par M. Grieten, mécanicien de haute précision attaché à l'Observatoire, avant de nous être confié. La lunette est munie d'un micromètre à fils parallèles, celui-ci accompagné de quatre oculaires dont les grossissements respectifs sont 40, 60, 90 et 120 fois. Une bonnette à verre noir complète le matériel pour l'observation du soleil. Le cercle horaire de 60 centimètres de diamètre est divisé de 20 en 20 secondes de temps. Deux microscopes micrométriques placés diamétralement permettent la mesure de l'angle horaire au dixième de seconde, tandis qu'un index facilite le pointage rapide des astres.

Le cercle de déclinaison, très soigné, a 90 centimètres de diamètre; la graduation gravée sur une lamelle d'argent, va de 5 en 5 minutes d'arc. La lecture au moyen de deux microscopes micrométriques



permet d'atteindre la seconde d'arc comme précision. Là aussi un index fixé à la monture d'un des microscopes permet la mise en station rapide. L'équatorial de Troughton n'a pas de mouvement d'horlo-

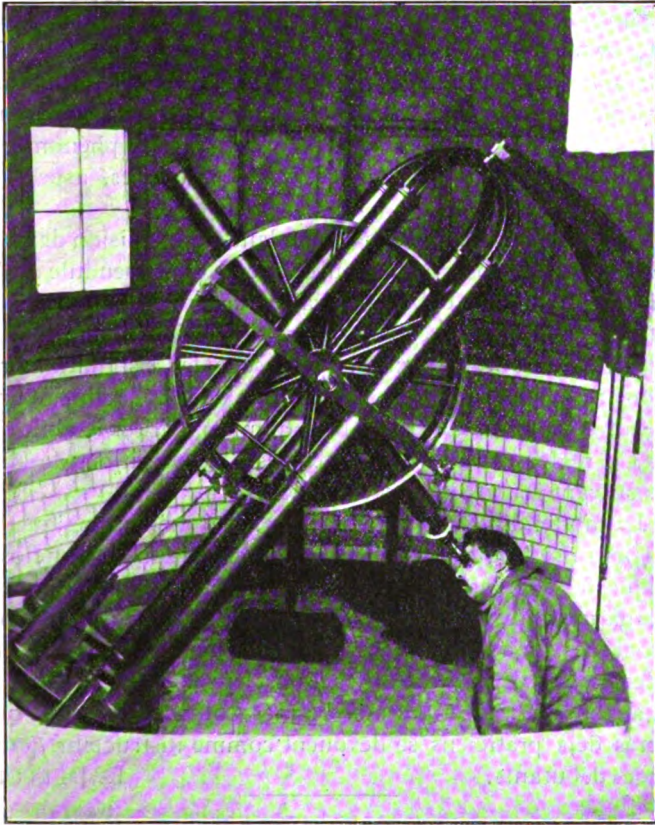


FIG. 15. — Equatorial de Troughton et Simms, de l'Observatoire d'Uccle.

gerie. Il est muni de vis de calage en ascension droite et déclinaison et de mouvements doux par tringles.

L'objectif travaillé par Dolond donne des images d'une très grande netteté et sans défaut d'achromatisme. La monture est bien stable et est munie des dispositifs nécessaires à un réglage parfait de l'instrument.

Outre l'*Annuaire de l'Observatoire*, les membres de la Société trouveront dans le petit bureau attenant à la coupole les documents indispensables, notamment un planisphère céleste mobile, un petit atlas céleste, par Arth. Northon, qui est un modèle du genre, et enfin un compendium des curiosités du ciel en deux volumes, très bien rédigé, ayant le seul inconvénient d'être rédigé en anglais, *Celestial objects for Common Telescopes*, par T.-W. Webb, ces différents documents appartenant à la bibliothèque de l'Observatoire. Un cadre mobile recevra les renseignements concernant les phénomènes particuliers : découvertes de comètes, étoiles nouvelles, aspects de planètes et autres.

Enfin, pour les observations demandant une précision dans la notation du temps, les observateurs auront accès à une pendule de l'Observatoire pour le réglage et la comparaison de leurs montres et, si besoin en est, un chronomètre réglé en temps sidéral leur sera prêté.

Les détails de l'organisation pour l'usage des installations mises à la disposition de la Société ont fait l'objet de la rédaction d'un règlement qui sera remis aux membres admis à utiliser le petit observatoire. Ce règlement prévoit des cartes d'autorisation de différents degrés suivant les possibilités du service.

M. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique, de son côté, a organisé près de la coupole astronomique un petit enclos météorologique de démonstration et d'instruction, de façon à mettre les nouveaux membres à même de faire *avec fruit* les observations météorologiques, condition nécessaire pour ne pas dépenser en pure perte les bonnes volontés si utiles à la science.

Un appel pressant est fait aux bonnes volontés pour que quelques membres déjà praticiens se dévouent comme instructeurs pour leurs collègues débutants.

E. DELPORTE.

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

LAPLACE (1749-1822), mathématicien français, l'un des plus illustres géomètres non seulement de son siècle, mais de tous les temps; il s'est aussi occupé de physique. Il était fils d'un modeste cultivateur.

Pour apprécier les travaux de Laplace il faut, encore une fois, se rappeler l'état de la science de son temps. Nous avons vu, plus avant,

que Newton avait fait connaître, dans une synthèse magistrale, quelques-unes des conséquences de la gravitation universelle : les mouvements des planètes et de leurs satellites, des comètes, la figure de la Terre, le déplacement de son axe, la cause des marées de la mer, C'était déjà un effort surhumain. Il incombait à ses successeurs de compléter son œuvre géniale. Sa conception de la mécanique céleste était une ébauche qui devait être soumise à une analyse approfondie.

Le principe de la gravitation universelle suffirait-il pour expliquer les multiples perturbations que l'action mutuelle des astres doit forcément produire sur leur figure et sur leurs mouvements ! Les plus illustres géomètres et mathématiciens ont, depuis Newton, cherché à expliquer les anomalies, ou à déterminer leurs causes, découvertes par les astronomes. Les Bernouilli, Euler, Gauss, Mac-Laurin, d'Alembert, Legendre, Condorcet, Clairaut, Lagrange, Poisson, et d'autres encore, se sont occupés des conséquences de la gravitation universelle, sans toujours parvenir à résoudre les problèmes qui se posaient. Laplace en fit l'objet de ses plus importants travaux, auxquels il faut ajouter ceux relatifs à la théorie des probabilités, notamment dans ses applications à la vie civile.

Résumer les nombreux mémoires dus à Laplace permettrait de se rendre compte de la difficulté de la tâche qui restait à accomplir. Pour éviter des longueurs, je me bornerai à mentionner les trois catégories dans lesquelles ils ont été classés :

1. Recherches sur les mouvements des planètes, de leurs satellites et des comètes ;
2. Recherches sur l'attraction, la figure de la Terre, le mouvement des corps célestes autour de leurs centres de gravité, les oscillations de la mer.
3. Mémoires relatifs à la théorie des probabilités.

Trois œuvres surtout lui ont valu sa réputation mondiale :

L'Exposition du système du monde ;

Le Traité de mécanique céleste (en cinq volumes) ;

La Théorie analytique des probabilités.

Nous n'avons pas à nous occuper de cette dernière œuvre. Signalons cependant un passage de l'*Essai philosophique sur les probabilités*, qui lui sert de préface. Écrit il y a plus d'un siècle, les événements récents lui donnent un regain d'actualité prophétique :

« Ainsi des chances favorables et nombreuses étant constamment attachées à l'observation des principes éternels de raison, de justice et d'humanité qui fondent

et maintiennent les sociétés, il y a un grand avantage à se conformer à ces principes et de graves inconvénients à s'en écarter... Considérez encore les avantages que la bonne foi a procurés aux gouvernements qui en ont fait la base de leur conduite, et comme ils ont été dédommagés des sacrifices qu'une scrupuleuse exactitude à tenir ses engagements leur a coûtés. Quel immense crédit au-dedans ! Quelle prépondérance au dehors ! Voyez, au contraire, dans quel abîme de malheurs les peuples ont été souvent précipités par l'ambition et par la perfidie de leurs chefs. Toutes les fois qu'une grande puissance, enivrée de l'amour des conquêtes, aspire à la domination universelle, le sentiment de l'indépendance produit entre les nations menacées une coalition, dont elle devient presque toujours la victime. Pareillement, au milieu des causes variables qui étendent ou qui resserrent les divers états, les limites naturelles, en agissant comme causes constantes, doivent finir par prévaloir. »

Laplace expose dans l'introduction de la *Mécanique céleste* le but qu'il s'est proposé :

« Présenter sous un même point de vue les théories éparses dans un grand nombre d'ouvrages, et dont l'ensemble, embrassant tous les résultats de la gravitation universelle sur l'équilibre et sur les mouvements des corps solides et fluides qui composent le système solaire et les systèmes semblables répandus dans l'immensité des cieux, forme la mécanique céleste. L'astronomie, considérée de la manière la plus générale, est un grand problème de mécanique, dont les éléments des mouvements célestes sont les arbitraires ; sa solution dépend à la fois de l'exactitude des observations et de la perfection de l'analyse, et il importe d'en bannir tout empirisme et de la réduire à n'emprunter de l'observation que les données indispensables. »

Les cinq volumes, composant l'ouvrage, se subdivisent en seize livres, dont ci-après les titres :

1. Des lois générales de l'équilibre et du mouvement. — 2. De la loi de la pesanteur universelle et du mouvement des centres de gravité des corps célestes. — 3. De la figure des corps célestes. — 4. Des oscillations de la mer et de l'atmosphère. — 5. Des mouvements des corps célestes autour de leurs propres centres de gravité. — 6. Théorie des mouvements planétaires. — 7. Théorie de la Lune. — 8. Théorie des satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. — 9. Théorie des comètes. — 10. Sur divers points relatifs au système du monde. — 11. De la figure et de la rotation de la Terre. — 12. De l'attraction et de la répulsion des sphères, et des lois de l'équilibre et du mouvement des fluides élastiques. — 13. Des oscillations des fluides qui recouvrent les planètes. — 14. Du mouvement des corps célestes autour de leur centre de gravité. — 15. Du mouvement des planètes et des comètes. — 16. Du mouvement des satellites.

Dans son *Exposition du système du monde*, l'illustre géomètre français cherche à montrer que le principe de la gravitation universelle suffit pour donner l'explication de tous les mouvements des corps célestes. Sa célèbre hypothèse cosmogonique — celle de la nébuleuse primitive — est exposée dans la dernière partie de cette œuvre. Elle conserve surtout le système solaire; Kant, en formulant la même conception, mais avec moins de rigueur scientifique, l'avait étendue à l'univers stellaire.

En se basant sur les observations astronomiques connues au XVIII<sup>e</sup> siècle, on admettait que les mouvements des corps célestes appartenant au système solaire, s'effectuaient sans exception dans le sens de la rotation du Soleil, c'est-à-dire dans le sens direct (de droite à gauche). Citons à ce sujet Laplace; nous verrons les conclusions qu'il en tire :

« Ces mouvements forment, avec ceux de révolution, un ensemble de quarante-trois mouvements dirigés dans le même sens; or on trouve par l'Analyse des probabilités qu'il y a plus de quatre mille milliards à parier contre un que cette disposition n'est pas l'effet du hasard, ce qui forme une probabilité bien supérieure à celle des événements historiques sur lesquels on ne permet aucun doute. Nous devons donc croire, au moins avec la même confiance, qu'une cause primitive a dirigé les mouvements planétaires, surtout si nous considérons que l'inclinaison du plus grand nombre de ces mouvements à l'équateur solaire est fort petite (1).

» On a, pour remonter à la cause des mouvements primitifs du système planétaire, les cinq phénomènes suivants : les mouvements des planètes dans le même sens et à peu près dans un même plan; les mouvements des satellites dans le même sens que ceux des planètes; les mouvements de rotation de ces différents corps et du Soleil dans le même sens que leurs mouvements de projection et dans des plans peu différents; le peu d'excentricité des orbites des planètes et des satellites; enfin la grande excentricité des orbites des comètes, quoique leurs inclinaisons aient été abandonnées au hasard.

» Buffon est le seul que je connaisse qui, depuis la découverte du vrai système du monde, ait essayé de remonter à l'origine des planètes et des satellites. Il suppose qu'une comète, en tombant sur le Soleil, en a chassé un torrent de matière qui s'est réunie au loin en divers globes plus ou moins grands et plus ou moins éloignés de cet astre; ces globes, devenus par leur refroidissement opaques et solides, sont les planètes et leurs satellites ».

Mais l'hypothèse de Buffon ne fournit pas une explication satisfaisante des cinq phénomènes invoqués par Laplace. La cause doit en être autre.

---

(1) *Introduction à la Théorie des probabilités*, p. LXXII. Les autres citations sont des passages extraits de l'*Exposition du Système du monde*.

« Quelle que soit sa nature, puisqu'elle a produit ou dirigé les mouvements des planètes, il faut qu'elle ait embrassé tous ces corps, et, vu la distance prodigieuse qui les sépare, elle ne peut avoir été qu'un fluide d'une immense étendue. Pour leur avoir donné, dans le même sens, un mouvement presque circulaire autour du Soleil, il faut que ce fluide ait environné cet astre comme une atmosphère. La considération des mouvements planétaires nous conduit donc à penser qu'en vertu d'une chaleur excessive l'atmosphère du Soleil s'est primitivement étendue au delà des orbes de toutes les planètes, et qu'elle s'est resserrée successivement jusqu'à ses limites actuelles.

» Dans l'état primitif où nous supposons le Soleil, il ressemblait aux nébuleuses que le télescope nous montre composées d'un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une nébulosité qui, en se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile. Si l'on conçoit, par analogie, toutes les étoiles formées de cette manière, on peut imaginer leur état antérieur de nébulosité, précédé lui-même par d'autres états dans lesquels la matière nébuleuse était de plus en plus diffuse, le noyau étant de moins en moins lumineux. On arrive ainsi, en remontant aussi loin qu'il est possible, à une nébulosité tellement diffuse que l'on pourrait à peine en soupçonner l'existence.

» Mais comment l'atmosphère solaire a-t-elle déterminé les mouvements de rotation et de révolution des planètes et des satellites? Si ces corps avaient pénétré profondément dans cette atmosphère, sa résistance les aurait fait tomber sur le Soleil. On peut donc conjecturer que les planètes ont été formées à ses limites successives par la condensation des zones de vapeurs qu'elle a dû, en se refroidissant, abandonner dans le plan de son équateur.

» Considérons maintenant les zones de vapeurs successivement abandonnées. Ces zones ont dû, selon toute vraisemblance, former, par leur condensation et l'attraction mutuelle de leurs molécules, divers anneaux concentriques de vapeurs circulant autour du Soleil. Le frottement mutuel des molécules de chaque anneau a dû accélérer les unes et retarder les autres jusqu'à ce qu'elles aient acquis un même mouvement angulaire. Ainsi les vitesses réelles des molécules plus éloignées du centre de l'astre ont été plus grandes.

» Si toutes les molécules d'un anneau de vapeurs continuaient de se condenser sans se désunir, elles formeraient à la longue un anneau liquide ou solide. Mais la régularité que cette formation exige dans toutes les parties de l'anneau et dans leur refroidissement a dû rendre ce phénomène extrêmement rare. Aussi le système solaire n'en offre-t-il qu'un seul exemple, celui des anneaux de Saturne. Presque toujours chaque anneau de vapeurs a dû se rompre en plusieurs masses qui, mues avec des vitesses très peu différentes, ont continué de circuler à la même distance autour du Soleil. Ces masses ont dû prendre une forme sphéroïdique, avec un mouvement de rotation dirigé dans le sens de leur révolution, puisque leurs molécules inférieures avaient moins de vitesse réelle que les supérieures; elles ont donc formé autant de planètes à l'état de vapeurs. Mais, si l'une d'elles a été assez puissante pour réunir successivement, par son attraction, toutes les autres autour de son centre, l'anneau de vapeurs aura été ainsi transformé dans une seule masse sphéroï-

dique de vapeurs, circulant autour du Soleil, avec une rotation dirigée dans le sens de sa révolution.

» Maintenant, si nous suivons les changements qu'un refroidissement ultérieur a dû produire dans les planètes en vapeurs, dont nous venons de concevoir la formation, nous verrons naître, au centre de chacune d'elles, un noyau s'accroissant sans cesse par la condensation de l'atmosphère qui l'environne. Dans cet état, la planète ressemblait parfaitement au Soleil à l'état de nébuleuse où nous venons de la considérer; le refroidissement a donc dû produire, aux diverses limites de son atmosphère, des phénomènes semblables à ceux que nous avons décrits, c'est-à-dire des anneaux et des satellites circulant autour de son centre, dans le sens de son mouvement de rotation, et tournant dans le même sens sur eux-mêmes. La distribution régulière de la masse des anneaux de Saturne autour de son centre et dans le plan de son équateur résulte naturellement de cette hypothèse, et sans elle devient inexplicable : ces anneaux me paraissent être des preuves toujours subsistantes de l'extension primitive de l'atmosphère de Saturne et de ses retraites successives.

» Si le système solaire s'était formé avec une parfaite régularité, les orbites des corps qui le composent seraient des cercles dont les plans, ainsi que ceux des divers équateurs et des anneaux, coïncideraient avec le plan de l'équateur solaire. Mais on conçoit que les variétés sans nombre qui ont dû exister dans la température et la densité des diverses parties de ces grandes masses ont produit les excentricités de leurs orbites, et les déviations de leurs mouvements par rapport au plan de cet équateur.

» Dans notre hypothèse, les comètes sont étrangères au système planétaire. En les considérant, ainsi que nous l'avons fait, comme de petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires, et formées par la condensation de la matière nébuleuse, répandue avec tant de profusion dans l'univers, on voit que, lorsqu'elles parviennent dans la partie de l'espace où l'attraction du Soleil est prédominante, il les force à décrire des orbites elliptiques ou hyperboliques. Mais, leurs vitesses étant également possibles suivant toutes les directions, elles doivent se mouvoir indifféremment dans tous les sens et sous toutes les inclinaisons à l'écliptique, ce qui est conforme à ce que l'on observe. Ainsi la condensation de la matière nébuleuse, par laquelle nous venons d'expliquer les mouvements de rotation et de révolution des planètes et des satellites dans le même sens et sur des plans peu différents, explique également pourquoi les mouvements des comètes s'écartent de cette loi générale. »

La première édition de l'*Exposition du système du monde* remonte à 1796. Laplace ne procède pas à une analyse détaillée des nébuleuses connues alors, et au sujet desquelles William Herschel avait publié les résultats de ses premières recherches. Il admet en bloc, si l'on peut dire, l'existence de la matière nébulaire répandue dans l'espace. Il considère cette matière comme étant gazeuse (composée de vapeurs) et ayant une température très élevée. Les masses gazeuses se seraient condensées par refroidissement. Par cette contraction leur mouvement

de rotation s'est accéléré, un renflement s'est produit à l'équateur, des anneaux s'en sont détachés. Au milieu de la masse, la partie la plus dense reste et devient une étoile. Quant aux anneaux nébuleux détachés, ils se sont contractés à leur tour, devenant ainsi des planètes mais abandonnant au cours de leurs girations d'autres anneaux qui se sont transformés en satellites des planètes. Telle est, *en gros*, la conception de Laplace.

Il admet que la rotation du Soleil s'est effectuée, dès l'origine, de droite à gauche (sens direct), sans indiquer pourquoi il en a été ainsi plutôt que de gauche à droite (sens rétrograde). Et, d'après les observations connues de son temps, il conclut que tous les mouvements des corps célestes appartenant au système solaire doivent s'effectuer dans le même sens (direct).

Rappelons ici l'expérience du distingué physicien belge Plateau (1801-1883) qui a souvent été citée pour illustrer les hypothèses cosmogoniques de Laplace. Dans une boîte étanche on verse un mélange d'eau et d'alcool, dosé de telle sorte que son poids spécifique corresponde approximativement à celui de l'huile d'olive. A l'aide d'une pipette, on place une goutte d'huile d'olive dans ce mélange. La pipette étant retirée, la goutte d'huile reste flotter et prend une forme sphérique parfaite, sous la pression homogène, isotrope du liquide dans laquelle elle baigne. On introduit une baguette de fer — pas trop lisse — dans le liquide, laquelle porte vers le milieu un petit disque métallique; à son extrémité libre est ajustée une manivelle. Au moyen d'un fil de fer, on amène la goutte d'huile de telle sorte qu'elle entoure complètement le disque, qui devient ainsi, en quelque sorte, l'équateur de la sphère ou globe d'huile. La manivelle est mise en mouvement d'abord lentement, puis on augmente la vitesse de rotation imprimée à la tige et au disque de fer, la force centrifuge entre en jeu, la sphère s'aplatit à ses pôles, l'équateur se renfle; de ce bourrelet un anneau se détache, et successivement d'autres anneaux si l'expérience est prolongée. Finalement, il ne reste autour du disque que la partie la plus condensée de la goutte d'huile; elle peut être assimilée au noyau d'une nébuleuse qui se transformera en étoile.

Emprisons-nous d'ajouter que Plateau n'a pas présenté son expérience comme la représentation fidèle ou parfaite du processus auquel est due la formation des corps célestes (1).

---

(1) PLATEAU, « Mémoire sur les phénomènes que présente une masse liquide libre et soustraite à l'action de la pesanteur », *Mém. acad. de Belgique*, 1843.



Les observations astronomiques et les progrès scientifiques réalisés depuis un siècle sont venus contredire un certain nombre de conclusions essentielles des hypothèses cosmogoniques de Kant et de Laplace. Résumons-les ci-après :

1. *Sens de rotation des satellites des planètes.* — *La rotation de tous les satellites ne s'effectue pas dans le même sens que celle de leurs planètes.*

*A. Jupiter.* De ses neuf satellites, sept exécutent leur mouvement de rotation dans le même sens que la planète (sens direct, de droite à gauche), et deux — les plus extérieurs — le huitième et le neuvième, dans le sens rétrograde (de gauche à droite). Le neuvième se trouve à plus de trente millions de kilomètres de Jupiter. Rappelons que la distance moyenne de la Lune à la Terre, n'est que 384 000 kilomètres.

*B. Saturne.* De ses dix satellites, neuf tournent dans le sens direct, comme la planète, et le dixième, le plus extérieur, dans le sens rétrograde.

Voir plus loin pour l'anneau de Saturne.

*C. Uranus.* Certains auteurs ont écrit que le sens de rotation de cette planète est rétrograde. Mais il n'y a aucune preuve certaine de l'exactitude de cette assertion. En attendant des données sûres contraires, la rotation d'Uranus doit être considérée comme étant de sens direct (de droite à gauche), comme pour toutes les autres planètes.

Par contre, le sens de la rotation de ses quatre satellites est rétrograde. Les observations ont permis de le constater, et il n'y a plus de doute à ce sujet.

*D. Neptune.* Même remarque que pour Uranus, en ce qui concerne le sens de rotation de la planète même. Il ne peut être déterminé avec une certitude absolue, par suite de l'absence de taches à sa surface, du moins on n'est pas encore parvenu à en découvrir.

Mais pour l'unique satellite de Neptune, les observations ont permis de déterminer que sa rotation est de sens rétrograde.

Laplace avait cru pouvoir conclure — nous l'avons montré plus avant — qu'il y avait plus de quatre mille milliards à parier contre un que c'est une cause primitive qui a dirigé les mouvements planétaires, satellites compris, et de l'ensemble de ses déductions il ressortait que tous devaient s'effectuer dans le sens de la rotation du Soleil (sens direct). Comme on a pu le dire plaisamment, celui qui eût parié ses vingt sous les eût perdus.

Kant avait émis l'avis, sans l'appuyer de sérieuses démonstrations, qu'il pourrait se faire que les satellites des planètes ne fussent pas animés de mouvements de même sens que les planètes mêmes.

Par contre, depuis le commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, on a découvert entre Mars et Jupiter des petites planètes, ou astéroïdes, dont le nombre s'élève actuellement à environ un millier. Tous ces corpuscules tournent, ou semblent tourner, de droite à gauche (sens direct), confirmant ainsi les calculs de Laplace. Ce millier d'astéroïdes est réparti, de façon irrégulière, dans l'intervalle de 550 millions de kilomètres qui existe entre Mars et Jupiter. Par places, il y a condensation de ces petites planètes, à d'autres il y a des vides. On en a découvert qui sont plus rapprochées de Jupiter, et d'autres au delà de Mars et plus proches de la Terre ; toutes doivent néanmoins être rapportées à l'essaim principal. L'état physique de tous ces corps ne paraît pas être le même : solide pour certains, gazeux pour d'autres. Enfin, on constate des variations de luminosité encore inexpiquées. Une autre remarque importante : l'inclinaison de leurs orbites sur le plan de l'écliptique est notablement plus prononcé que celle des huit grosses planètes. En moyenne, l'inclinaison est de 8 degrés pour les astéroïdes, mais elle atteint 25 degrés pour un certain nombre et même respectivement 35 et 48 degrés pour deux d'entre eux. Par suite, leur orbite est très elliptique, très allongée, ou, pour employer un terme consacré, l'excentricité de cette orbite est relativement grande, et ressemble davantage à celle des comètes qu'à celle des grosses planètes. Parmi les huit principales planètes, l'excentricité de l'orbite de Mercure est la plus prononcée : valeur 0,205. — Valeur minima parmi les comètes (comète Tempel II) 0,401. — Valeur pour certains astéroïdes 0,300, — 0,350, — 0,380.

D'où proviennent ces astéroïdes ? Comment se sont-ils formés ? On les a considérés d'abord comme les morceaux, les restes d'une grande planète qui aurait explosé ou aurait été détruite par une cause quelconque. Mais, d'après les lois de la mécanique céleste et les observations, cette supposition doit être abandonnée. Ont-ils été formés par l'agglomération ou la condensation de météorites, de résidus de la matière primitive, de lambeaux ou fractions de nébuleuses ?

Une explication satisfaisante est encore à trouver.

2. *Durée de la révolution du satellite intérieur de Mars.* — Deux satellites de Mars ont été découverts en 1877. Or, on a constaté

que le satellite intérieur (Phobos) effectuait sa révolution, sa translation autour de sa planète en 7 h. 30 seulement, rayon de son orbite environ 9 000 kilomètres (9 180 kilom.), alors que la durée de *rotation* de Mars est de plus de 24 heures (24 h. 37'). C'est, pour toutes les planètes, le seul satellite connu qui présente pareille anomalie : *durée de translation du satellite inférieure à celle de rotation de la planète dont il dépend.*

Ce phénomène est difficilement explicable par l'hypothèse de Laplace. Voir ci-après en 3.

3. *Anneaux de Saturne* On sait que Saturne est entourée d'une bande formée par trois anneaux concentriques, dont la largeur totale est d'environ 68 000 kilomètres ; l'orbe extrême se trouve en moyenne à 141 000 kilomètres du centre de la planète.

D'après les lois de la mécanique, ces anneaux doivent être composés d'une infinité de particules solides, espèces de météorites exécutant leur translation autour de la planète, sinon la forme de ces anneaux se serait modifiée depuis longtemps : ou ils auraient disparu, incorporés dans la planète même, ou ils se seraient disloqués s'ils avaient formé une masse unique. En vertu des lois de Kepler, la révolution des particules de l'anneau interne doit être plus rapide que celle des particules de l'anneau externe. Les observations et les expériences ont confirmé ces déductions. La translation des particules de l'anneau interne de Saturne autour de cette planète s'effectue en moins de six heures, (5 h. 30'), *alors que la durée de la rotation de Saturne autour de son axe est de dix heures un quart.* La translation des particules de l'anneau externe exige environ treize heures.

Ces conclusions, aussi bien pour Phobos, le satellite intérieur de Mars, que pour l'anneau de Saturne, sont en opposition avec la conception de Laplace, ou les déductions qu'on a voulu tirer de l'expérience de Plateau. D'après la troisième loi de Kepler (loi des aires), l'anneau qui se serait détaché d'un globe, ou d'une planète, doit tourner plus lentement que celle-ci. Le contraire se produit avec le satellite Phobos et l'anneau interne de Saturne ; on peut en inférer qu'ils ne sont pas formés par de la matière, ou par des anneaux provenant de leur planète, ou, tout au moins, que cette formation ne s'est pas réalisée d'après le processus indiqué par Laplace.

Enfin, ces objections sont encore renforcées par les résultats des

nouvelles observations et de l'étude des nébuleuses en spirale, faites dans ces derniers temps. Il en sera question plus loin.

4. *Comètes.* Dans l'hypothèse de Laplace, les comètes sont étrangères au système planétaire. Il les envisage « comme de petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires, et formées par la » condensation de la matière nébuleuse ».

De nos jours, on admet les analogies existant entre les comètes et les nébuleuses. Mais l'on considère, de façon à peu près générale, la plupart des comètes, sinon toutes, comme faisant partie du système solaire (1). Ajoutons que, d'après les vues actuelles, le rayon d'action de notre Soleil se ferait sentir à une distance égale à environ cent mille fois celle de cet astre à la Terre.

5. *Température de la matière nébulaire à l'origine.* — Selon Laplace, à l'origine cette matière, vaporeuse ou gazeuse, était incandescente; il n'a pas recherché la cause de sa haute température initiale. Elle s'est condensée par refroidissement. Ces prémisses sont en désaccord avec les lois de la thermodynamique, qui ont été découvertes au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. Si, d'après les vues de Kant et de Laplace, les étoiles ont été formées par la condensation des nébuleuses, la densité des premières doit être plus grande que celle des secondes. Par cette condensation, en vertu de ces lois, les étoiles doivent être plus chaudes que les nébuleuses, au lieu d'être plus froides.

Déjà, en 1854, le grand physiologiste et physicien allemand Helmholtz (1821-1894) disait : « Il n'était pas nécessaire de supposer la » matière nébulaire comme étant incandescente à l'origine; l'attraction mutuelle entre ses parties a produit la chaleur à laquelle est » due la haute température actuelle du Soleil ». Plus tard, en 1871, l'illustre physicien anglais William Thomson (lord Kelvin) développe la même opinion (2).

Mais en 1900, au Congrès de Physique de Paris, l'éminent physicien français Lippmann signale un désaccord entre certaines lois de la thermodynamique (principe de Carnot) et la théorie cinétique des gaz.

---

(1) Voy. L. FABRY, astronome à l'Observatoire de Marseille : « Etude sur la probabilité des comètes hyperboliques et l'origine des comètes, Paris, 1893, *Bulletin de la Société astronomique de France*, octobre 1919.

(2) WILLIAM THOMSON, *British Assoc. Report*, 1871.

Or, bon nombre de nébuleuses sont exclusivement composées de gaz, ou ceux-ci entrent pour la majeure partie dans leur formation. Les observations récentes ont aussi permis de constater, pour autant que l'on puisse se fier aux conclusions tirées des résultats obtenus à l'aide de la spectroscopie astronomique, que certaines nébuleuses ont une température très élevée. Enfin, qu'on veuille se rappeler ce que nous avons dit, dans un chapitre précédent, de la composition de la matière et de l'atome, et l'on pourra se demander dans quel état cette matière se trouve en réalité et à quels phénomènes elle donne lieu dans les espaces sidéraux. On ne saurait donc conclure. Nous aurons à reprendre cette question plus loin.

Laplace n'a présenté son hypothèse cosmogonique qu'avec une extrême réserve. Si elle a été battue en brèche, elle a aussi été défendue avec grand talent (1). D'autres hypothèses ont été exposées depuis une cinquantaine d'années. Ce serait trop nous écarter de notre sujet, que de nous y arrêter. Ce sont, en somme, des variantes seulement de celle du grand géomètre français. Toutes, d'ailleurs, donnent lieu à objection. Signalons cependant encore deux opinions originales : Au XVIII<sup>e</sup> siècle, Kant émettait l'avis que la Terre avait peut-être été entourée à l'origine d'un anneau, comme Saturne. A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le distingué astronome français Faye soutint la thèse que *la Terre a existé avant le Soleil* : « les premiers rayons du Soleil » naissant ont dû éclairer une Terre déjà consolidée, déjà remaniée » par les eaux sous l'influence de la seule chaleur centrale » (2). S'est-il laissé entraîner par ses convictions religieuses, comme le fit en Angleterre, en 1864, le Dr Huggins, également à propos des nébuleuses et de la formation des corps célestes ?

Pour terminer, citons l'opinion de l'illustre mathématicien H. Poincaré au sujet de l'hypothèse cosmogonique de Laplace :

« Si elle est vieille, sa vieillesse est vigoureuse, et pour son âge elle n'a pas trop de rides. Malgré les objections qu'on lui a opposées, malgré les découvertes que les

---

(1) WOLF, Membre de l'Institut, *Les hypothèses cosmogoniques*, Paris, 1886.

(2) FAYE, *Sur l'origine du Monde. Théories cosmogoniques* (chap. XIV). Troisième édition, Paris, 1896.

FAYE (1814-1902), astronome, professeur à l'Ecole polytechnique, doyen de l'Académie des sciences et du bureau des longitudes, président de l'Association géodésique internationale, président du conseil de l'Observatoire de Paris. Prix Lalande pour ses travaux à l'Observatoire de Paris. Découvre une comète qui porte son nom. Auteur de travaux importants relatifs au Soleil, etc.

astronomes ont faites, et qui auraient bien étonné Laplace, elle est toujours debout; et c'est encore elle qui rend le mieux compte de bien des faits : c'est elle qui répond le mieux à la question que s'était posée son auteur : Pourquoi l'ordre règne-t-il dans le système solaire, si cet ordre n'est pas dû au hasard? De temps en temps une brèche s'ouvrait dans le vieil édifice; mais elle était promptement réparée, et l'édifice ne tombait pas. »

Le traité, amendé, de *Mécanique céleste* de Laplace est resté, en quelque sorte, comme le Code de l'Astronomie. Ce travail de correction, de mise à jour, de refonte, a été accompli par l'illustre astronome français F. Tisserand, directeur de l'Observatoire de Paris (1845-1896), qui a publié un nouveau traité de *Mécanique céleste*, dont H. Poincaré a dit : « C'est le livre que Laplace aurait écrit s'il avait vécu de nos jours ».

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

## LES ÉCLIPSES DE LUNE

(Suite et fin.)

Si nous voulons résumer les aspects principaux qui ressortent des diverses observations rappelées ci-dessus, nous pouvons procéder comme suit à une première tentative de classement des principaux aspects des éclipses de lune :

1° *Invisibilité*. — Elle peut être absolue ou presque pour la partie dans l'ombre;

2° *Visibilité*. — Le disque éclipsé reste très visible malgré une faible émission de lumière;

3° *Colorations variables*. — En cas de visibilité, il peut y avoir coloration très variable du limbe (avec parfois interversion de l'ordre spectral) pour une même éclipse, non seulement d'un observateur à l'autre, mais, pour un même observateur, d'après le moment de la phase et la portion du limbe considéré. Les extrêmes, au point de vue coloration, pourraient être caractérisés, semble-t-il d'une part, par la teinte *violacée* prononcée, qui se rapproche de l'invisibilité complète, et d'autre part, par le *rouge orangé clair* des bords, en passant par les couleurs *rouse terne, jaune verdâtre, rouge brique, vert violacé, gris verdâtre, ardoise, etc.*, dont le limbe est généralement couvert;

4° *Frange*. — Visibilité ou non-visibilité d'une *frange* étroite, verte ou bleue, séparant l'ombre de la pénombre suivant le terminateur;

5° *Liseré lumineux*. — Phénomène pour lequel nous avons adopté l'expression employée par un des observateurs qui l'ont décrit. Il s'agit de l'accentuation marquée clair, mais très étroite, du bord du en disque se trouvant dans l'ombre. (Observation personnelle du 2 mai 1920, corroborée par celle de M. Benoit à Juvisy le 17 octobre 1902, ainsi que par les beaux dessins de l'éclipse du 22 avril 1902 de M. Waterschoot, à Graz, et d'autres observations.) (Voir pl. I, fig. 1 à 6);

6° *Éclairement anormal des bords*. — Durant la phase de totalité, les bords du disque qui se trouvent proches de la limite du cône d'ombre, doivent normalement présenter une coloration plus claire. C'est souvent le contraire qui s'observe, tandis que des phénomènes d'éclairement apparaissent en des points trop éloignés de la limite de la pénombre, pour s'expliquer par les zones rouge et jaune du spectre. (Voir pl. II, fig. 1.) Ce phénomène ne correspond pas tout à fait au précédent dont il présenterait, en tout cas, une accentuation considérable, à supposer qu'il soit de même nature. (Observation personnelle du 16 octobre 1921, corroborée par M. l'abbé Moreux.)

\* \* \*

## DEUXIÈME PARTIE

Pour la discussion de ces différents phénomènes, nous avons à tenir compte d'un grand nombre de facteurs dont voici, rappelés rapidement, les principaux :

- a) Les effets d'optique, tels que les contrastes;
- b) L'acuité visuelle des yeux des observateurs et leur sensibilité aux radiations diverses;
- c) L'intensité variable de l'albédo lunaire suivant les zones du disque considérées;
- d) La réfrangibilité variable de l'atmosphère terrestre, suivant la hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon;
- e) La distance plus ou moins grande de la lune au sommet du cône d'ombre absolue;
- f) La distance du centre de gravité de la lune à l'axe du cône d'ombre;
- g) L'état de l'atmosphère terrestre dans ce que nous appellerons la zone de réfraction, c'est-à-dire le long du grand cercle terrestre où les rayons réfractés sur la lune sont tangents au sphéroïde terrestre;

h) L'état de l'atmosphère au lieu de l'observation, donc sur le trajet du rayon visuel de chaque observateur ;

i) Enfin, il est un dernier facteur dont il serait également utile de tenir compte selon nous, c'est l'état de l'activité solaire au moment de l'éclipse et, notamment, la forme de la couronne (1).

\* \* \*

Reprenons un à un ces divers facteurs, et voyons quelle influence chacun d'eux peut avoir sur les divers phénomènes que nous avons énumérés.

a) *Effets d'optique-contrastes*. — La loi des contrastes pourrait, semble-t-il, à première vue, expliquer le *liseré lumineux* dans le cas où le disque éclipsé se montre assez lumineux, et cela par opposition avec le fond obscur du ciel.

Mais d'abord, cette même loi devrait produire le même effet chaque fois que les conditions ci-dessus se rencontrent, ce qui est fréquent, et aussi lorsqu'il y a lumière cendrée au premier quartier. Or, ce n'est certes pas fréquemment le cas. Non seulement nous ne l'avons jamais observé nous-même, mais nous n'avons trouvé aucune observation du phénomène par lumière cendrée; et, chose plus remarquable, lors des éclipses, il semble se produire plus fréquemment pendant les phases croissantes (et peut-être décroissantes) des éclipses, que pendant la *totalité*. Or, la proximité d'une partie du disque encore éclairée doit tendre à atténuer, plutôt qu'à renforcer ce contraste.

b) *Acuité visuelle* variable des yeux des observateurs pour certaines radiations. Il est certain que tous les yeux ne présentent pas la même sensibilité aux différentes radiations et, dès lors, il n'est pas étonnant que la teinte dominante vue soit celle pour laquelle l'œil de l'observateur présente le plus de sensibilité. Car, dans le cône d'ombre éclairé par inflexion des rayons solaires, il se produit évidemment des superpositions des différentes couleurs du spectre. Celui-ci, en effet, est loin d'être pur, comme nous allons le voir immédiatement.

c) *Albédo*. — L'albédo des différentes zones de la surface lunaire joue un rôle important dans l'aspect des colorations, les « mers »

---

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites (21 janvier 1922), nous avons appris par le numéro de février 1922 de la *Revue du Ciel* de M. l'abbé Moreux, que M. Danton, astronome à Strasbourg, a émis la même opinion dans un mémoire présenté récemment à l'Académie des sciences. Nous ne sommes pas parvenu jusqu'ici à avoir ce travail sous les yeux.



conservant généralement une teinte beaucoup plus sombre que celle des autres parties.

Mais il ne semble pas qu'il puisse tenir une place quelconque dans aucun des phénomènes que nous avons décrits. Cela résulte principalement des aspects essentiellement variables de ces phénomènes, alors que l'albédo est au contraire, par définition, un élément d'une fixité remarquable.

d) *Réfraction de l'atmosphère terrestre.* — Par suite de la réfraction normale, il doit se produire dans la partie extrême du cône d'ombre que nous avons appelé « géométrique », une série de zones spectrales qui, normalement, doivent se présenter dans l'ordre habituel des couleurs du spectre, en comptant de la périphérie vers le centre (pl. II, fig. 2). Mais ce spectre est loin d'être *pur*. Cela provient de causes multiples telles que : *forme* sphéroïdale du milieu réfringent; sa *structure* plus ou moins hétérogène; l'*épaisseur* considérable du faisceau lumineux venant du soleil, etc. Les couleurs ont donc une forte tendance à se chevaucher les unes les autres. Néanmoins, si d'autres facteurs n'intervenaient pas, il est évident qu'à mesure que la lune traverse ce cône d'ombre éclairé, elle serait teintée successivement de toutes les couleurs du spectre, plus ou moins mélangées, d'abord dans un sens, puis dans l'autre. Or, il semble que ce soit assez rarement le cas.

Il faut du reste noter ici que, toutes autres considérations mises à part, l'interprétation des couleurs du spectre est difficile déjà en elle-même, pour peu qu'il y ait mélange plus ou moins accentué des diverses couleurs, comme cela se produit ici. Si nous considérons le nombre des vibrations lumineuses, et si nous raisonnons par analogie en optique comme en acoustique, nous savons que les couleurs visibles du spectre forment une sorte d'octave unique; si donc les radiations ultra-violettes les plus proches de la partie visible du spectre étaient visibles, elles correspondraient au rouge.

Elles auraient, en effet, un nombre double de vibrations, tout comme l' $ut_2$  a deux fois autant de vibrations que l' $ut_1$ ; ceci explique que le violet se rapproche du rouge comme le *si* se rapproche du *do*. Or, la superposition du rouge et du bleu donne également le violet. Lors donc qu'on se trouve en présence d'une coloration nettement violette, ce qui est assez fréquent, comme on l'a vu, il reste très difficile de décider si elle correspond à la partie extrême du spectre, ou à une simple superposition du rouge et du bleu, les deux cas pouvant

se présenter. Il en est de même des autres couleurs composées : orange, vert, indigo.

e) Distances respectives des trois corps ou, plus explicitement, distance plus ou moins grande de la lune au sommet du cône d'ombre.

Il paraît évident, d'une part, que plus la lune se trouve rapprochée du sommet du cône d'ombre absolue, plus les anneaux concentriques du spectre doivent être nets, et plus les phénomènes de coloration doivent être intenses. D'autre part, remarquons que, même dans le cas où cette distance est minima, le diamètre du cône d'ombre à la distance où se trouve alors la lune est toujours à peu près égal *au double du diamètre de cet astre*.

Ces considérations sont de nature à infirmer l'explication suggérée par l'abbé Moreux au sujet de l'illumination si remarquable des bords de la lune lors de la dernière éclipse (pl. II, fig. 1, 2 et 3).

A ce sujet, il suffit de se reporter aux remarquables photographies que M. Dupont en a publié dans le bulletin de la Société belge d'Astronomie de septembre-octobre 1921. On y peut mesurer facilement que le rayon du disque lunaire représente approximativement la moitié du rayon de la section correspondante du cône d'ombre, ce qui confirme d'ailleurs les indications données par les chiffres.

f) Distance du centre de gravité du disque lunaire à l'axe du cône d'ombre. Il est évident que suivant que le centre du disque passe plus près ou plus loin de l'axe du cône d'ombre, l'aspect des colorations du disque doit varier (voy. pl. II, fig. 2). S'il passe exactement par le centre, il viendra un moment, qui est le milieu de la phase maxima, où le disque lunaire sera concentrique aux zones spectrales.

Nous sommes tentés de croire que c'est principalement dans ce cas que se présentent les cas d'indivisibilité totale du disque, lorsque aucune cause anormale ne vient influencer le phénomène.

En effet, nous savons que les radiations plus réfrangibles sont celles qui sont le plus facilement absorbées par l'atmosphère terrestre. Il nous paraît donc facile d'admettre que si toutes les radiations violettes, déjà peu lumineuses par elles-mêmes, sont absorbées, le disque peut devenir absolument invisible. Il faut d'ailleurs pour cela qu'en même temps, les radiations moins réfrangibles soient également absorbées. Contrairement à l'opinion généralement admise, nous pensons donc que c'est à cette cause, plutôt qu'à celle de l'opacité de l'atmosphère terrestre dans la zone de tangence par suite de l'abondance de nuages, qu'il faut attribuer les cas de non-visibilité totale.

Remarquons, d'ailleurs, que les récentes découvertes assignent à l'atmosphère terrestre une hauteur minimum de 500 à 600 kilomètres, et que les nuages proprement dits ne se trouvent guère que dans la zone inférieure, laquelle ne s'étend pas beaucoup au delà de 15 kilomètres. Evidemment, la zone inférieure est celle où la réfraction est la plus accentuée, par suite de sa plus grande densité; mais nous ne pensons pas qu'on puisse négliger entièrement la zone supérieure au point de vue qui nous occupe.

g) État de l'atmosphère terrestre dans la zone de réfraction, c'est-à-dire le long du grand cercle où les rayons réfractés sur la lune sont tangents au sphéroïde terrestre.

Au moment du maximum de la dernière éclipse — celle qui nous intéresse spécialement ici — ce que nous appelons la zone de tangence occupait approximativement la position suivante : Océan glacial arctique, au nord de l'Islande et de la Scandinavie, nord-est de la Russie d'Europe, Turkestan, Indes anglaises, Océan Indien entre les Indes et l'Australie; Océan glacial antarctique : sud de la Nouvelle-Zélande (vers la Terre Victoria); Océan Pacifique : est de la Nouvelle-Zélande et ouest des République de l'Equateur et de Colombie, Amérique centrale, puis côte est des Etats-Unis, du Canada et du Groënland.

C'est dans la traversée par les rayons solaires de la large zone atmosphérique que nous venons de jalonner approximativement, qu'ont dû, semble-t-il à première vue, se passer les phénomènes qui ont produit le remarquable éclaircissement des bords est et ouest de la lune; malheureusement, nous n'avons pu nous procurer jusqu'ici aucun renseignement sur les observations qui auraient dû y être faites à l'aube ou au crépuscule — crépuscules rouges par exemple — et qui auraient pu nous fournir peut-être des rapprochements intéressants.

Examinons rapidement l'influence de chacun des principaux phénomènes qui peuvent influencer les rayons lumineux dans leur passage à travers l'atmosphère terrestre dans la zone de tangence :

1° Absorption des radiations les plus réfrangibles, en commençant par le violet, l'indigo, le bleu, le vert, etc. C'est ce phénomène qui explique la coloration rougeâtre habituelle et, comme nous l'avons dit déjà, l'obscurité totale occasionnelle du disque lunaire, dans la plupart des cas.

Combiné avec la réfraction normale, il explique aussi très bien la « frange », verte ou bleue, qui, selon nous, n'est que la trace sur la

lune de ce qui nous apparaît ici à la lunette, la « frange verte » du bord supérieur du soleil à son coucher, et parfois, à l'œil nu, le « rayon vert ».

En effet, l'observateur qui se trouverait sur la lune à la limite de l'ombre et de la pénombre serait exactement dans les conditions où il faut se trouver sur terre au moment de la disparition de l'astre, pour jouir du spectacle du rayon vert décrit de façon si attachante par Jules Verne, et sur les causes duquel les savants ne semblent pas encore tout à fait d'accord (1).

Toutefois, cette absorption n'explique ni le liseré ni l'illumination des bords du disque qui nous occupent principalement ici ;

2° Dispersion par des poussières en suspension dans l'atmosphère. D'après notre secrétaire, M. Dupont, le renversement de l'ordre selon lequel se présentent parfois les diverses colorations du disque lunaire pourrait s'expliquer par l'action des poussières en suspension dans la haute atmosphère.

Il semble bien qu'à certaines époques, le rôle de ces poussières puisse être considérable. D'après des observations faites à Bassour en 1912, la radiation totale du soleil aurait été réduite de 20 p. c. par suite des poussières provenant du volcan Katmaï, situé au Kamtchatka (*Annuaire de l'Observatoire Royal de Belgique* pour 1916, p. 383). L'explication serait la même que celle des crépuscules colorés (Bulletin de la Société belge d'Astronomie, mai 1906, explication par *diffraction*). Certains de ces crépuscules ont donné lieu à des observations de lumière cendrée *rouge* (Bulletin de la Société belge d'Astronomie, février 1909), ce qui montre bien l'influence de la coloration de l'atmosphère terrestre sur celle de la lune.

Nous ne pensons pas cependant que la dispersion puisse, elle non plus, expliquer complètement le phénomène du liseré ni de l'illumination symétrique des bords, tel que nous l'avons observé lors de la dernière éclipse. Sur ce point, nos propres observations ne concordent d'ailleurs pas absolument avec la description faite par M. Dupont. Il est très possible cependant de les concilier, en admettant que celles présentées par M. Dupont correspondent à la phase qui a précédé immédiatement la totalité, et dans laquelle, en effet, nous avons nous-même constaté qu'une zone rougeâtre clair importante s'était pré-

---

(1) Voy. notamment à ce sujet la *Revue des Questions scientifiques* du 20 octobre 1921.

sentée presque à l'opposé du croissant, dont il était séparé par une zone vert violacé (pl. II, fig. 3), tandis que l'observation du phénomène d'illumination porterait plutôt sur le maximum lui-même (pl. II, fig. 1);

3° Un autre ordre de phénomènes qui se passent dans la zone de réfraction comporte les réflexions simples ou compliquées combinées avec des réfractions anormales ou multiples qui peuvent se produire à la surface ou dans la masse des nuages composés, soit de vapeurs d'eau, soit d'aiguilles de glace, soit de poussières volcaniques ou autres, soit aussi dans des couches atmosphériques de densités différentes. C'est de là que viennent les arcs-en-ciel, halos, parhélies, anthélies et paranthélies, crépuscules rouges, doubles crépuscules, crépuscules prolongés ou colorés, albes, etc.

Ces phénomènes possibles peuvent tous expliquer une inflexion de certaines radiations beaucoup plus considérable que la normale. Toutefois, il paraît difficile d'admettre que cette inflexion, dans le cas de la dernière éclipse, ait pu se produire d'une façon aussi symétrique dans les deux hémisphères, et, au surplus, l'on se demande pourquoi les nappes de lumières ainsi infléchies frapperaient toujours les bords plutôt que l'intérieur du disque;

4° On pourrait chercher une autre explication dans les réfractions anormales qui ont été parfois constatées aux pôles terrestres — et qui doivent y être fréquentes — dans lesquelles la réfraction habituelle se trouve parfois multipliée par un facteur pouvant aller jusqu'à huit, suivant certains auteurs.

Or, si l'on tient compte, de la position respective au moment du maximum de l'éclipse du 16 octobre 1921, des pôles terrestres par rapport à l'ensemble du système des trois corps, on remarque que le phénomène d'illumination aurait dû se produire dans une direction perpendiculaire à celle où il s'est présenté, s'il fallait l'attribuer à cette cause, car, au moment de la phase maximum de la dernière éclipse, la lune était, à Uccle, voisine du méridien;

5° Une hypothèse qui a été émise par le directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon, M. Deslandres, pour expliquer la formation du conoïde crépusculaire, pourrait peut-être trouver place ici pour expliquer l'éclairement des bords (1).

L'auteur admet que les radiations ultra-violettes non absorbables

---

(1) Voy. Bulletin de la Société belge d'Astronomie, avril 1909.

subiraient une réfraction considérable, quoique normale pour elles, et — chose naturelle pour des radiations de ce genre — rendraient phosphorescentes certaines particules atmosphériques, ce qui expliquerait le phénomène encore si peu expliqué du *second crépuscule*.

Mais ici encore nous nous heurtons à cette objection : pourquoi l'éclairement porte-t-il toujours sur les bords et non pas sur les zones de l'intérieur du disque?...

Or, cette objection capitale s'applique à toutes les explications basées sur des inflexions, quelles qu'en soient les causes, des rayons au sein de la zone de réfraction.

Nous voyons donc qu'aucune des explications cherchées dans l'état de l'atmosphère dans la zone de tangence ne permet d'expliquer d'une manière satisfaisante les phénomènes d'illumination ou même simplement d'accentuation des bords.

h) Mais nous n'avons jusqu'ici examiné l'état de l'atmosphère que dans la zone de tangence. Or, il est évident que les circonstances locales du lieu d'observation peuvent avoir également leur influence. C'est, du moins, nous l'avons vu, l'avis de l'abbé Moreux qui explique ainsi les différences de description qui se produisent d'un observateur à l'autre pour une même éclipse. Nous pensons également que ce facteur ne doit pas être négligé. Étant donnée la faible luminosité du disque, on peut aisément admettre qu'un masque, même très ténu, de fumées, de poussières ou de vapeurs, interposé sur le trajet des rayons visuels, puisse affecter sensiblement la couleur du disque.

Nous nous sommes même demandé si le phénomène d'illumination qui nous occupe principalement ici ne pouvait pas précisément être attribué à un état local de l'atmosphère.

En effet, cette illumination des bords ne présenterait-elle pas certaines analogies avec le phénomène du halo lunaire ou solaire? La symétrie extraordinaire qu'il a présentée le 16 octobre dernier, et le fait que ce phénomène a toujours lieu sur les bords du disque lunaire, tendraient bien à faire admettre une hypothèse de ce genre.

Au lieu d'un halo *extérieur* du disque, ne s'agirait-il donc pas d'une sorte de halo *intérieur* qui pourrait être provoqué par diffraction des rayons visuels. Nous ne nous dissimulons nullement ce que cette hypothèse a d'osé, mais la symétrie parfaite du phénomène nous y ramène d'une façon presque invincible;

i) Il est cependant une dernière catégorie de facteurs dont il y

aurait peut-être lieu de tenir compte également : c'est l'état de l'activité solaire au moment de l'éclipse de lune.

Dans le cas qui nous occupe, le diamètre du cône d'ombre à la distance où se trouvait la lune était minimum par rapport au diamètre de cet astre. Il s'ensuit que les bords du disque présentaient par rapport au bord du cône d'ombre un parallélisme maximum (voy. pl. II, fig. 4).

Ne peut-on admettre, dans ces conditions, que les protubérances solaires, et même que la couronne aient pu jouer un rôle dans les apparences si remarquables du phénomène qui nous occupe.

Le soleil, en octobre 1921, était en période d'activité décroissante, se rapprochant de l'époque du minimum absolu qui doit avoir lieu en 1923.

La couronne devait donc, en ce moment, s'étendre de part et d'autre du disque solaire dans deux directions opposées prolongeant l'équateur. Or, ces directions correspondant aux côtés illuminés, n'y aurait-il pas de chances pour qu'il y ait relation de cause à effet entre les deux ordres de phénomènes? (voy. pl. II, fig. 4.)

Et remarquons que l'influence de la couronne paraît bien pouvoir expliquer l'éclairement d'un bord isolé, dans le cas où elle déborde dans cette direction.

\* \* \*

Comme nous vous l'avons fait pressentir au début de ce travail, les phénomènes si divers qui accompagnent les éclipses de lune sont loin d'être encore bien connus. Quoique nous ayons fait largement appel à l'arsenal que la science tient à notre disposition pour les expliquer, nous nous trouvons, dans la plupart des cas, encore en présence d'inconnues, sauf, à ce qu'il nous semble, en ce qui concerne la *frange verte* dont la relation avec le *rayon vert* nous paraît nettement établie.

Cette étude n'avait d'autre but que de préciser les points d'interrogation qui se posent. Malgré la modestie de ses prétentions, peut-être ne sera-t-elle pas inutile; c'est quelque chose déjà que d'aboutir à des conclusions, négatives dans certains cas, interrogatives dans d'autres. Le terrain ainsi se trouve quelque peu déblayé, qui doit permettre d'arriver aux solutions formelles.

Nous nous tiendrons satisfait du seul résultat positif qui se dégage de notre travail, à savoir que les éclipses de lune sont l'un des phénomènes pour l'étude desquels l'astronomie et la météoro-

logie, ces sciences sœurs, peuvent se donner le plus fraternellement la main, et que, pour arriver à en déchiffrer les multiples énigmes, il faut accumuler les observations en les organisant systématiquement, aussi bien dans le domaine météorologique que dans le domaine astronomique.

MAX HAUPTMANN.

Bruxelles, le 21 janvier 1922.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR JUIN 1922

Les heures sont données en temps légal (temps civil de Greenwich : 0 h. = minuit). Les levers, passages et couchers sont calculés pour Uccle (Bruxelles) et, sauf indications contraires, les positions se rapportent à midi.

### SOLEIL

| Date      | Lever | Passage  | Coucher  | A. R.    | Déc.    | P      | D     | L.     | Dist. Terre |
|-----------|-------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|--------|-------------|
|           | h. m. | h. m. s. | h. m.    | h. m. s. |         |        |       |        |             |
| Mai 1     | 3 35  | 11 40 5  | 19 46 44 | 4 34 16  | +21°59' | —15°6' | —0°6' | 350°0' | 1.0142      |
| 11        | 3 29  | 11 41 50 | 19 55 46 | 5 15 26  | +23 3   | —11 6  | +0 6  | 217 7  | 1.0155      |
| 21        | 3 28  | 11 43 57 | 19 59 46 | 5 56 59  | +23 27  | —7 3   | +1 8  | 85 2   | 1.0164      |
| Juillet 1 | 3 32  | 11 46 3  | 19 59 46 | 6 38 31  | +23 9   | —2 8   | +3 0  | 312 9  | 1.0167      |

Le Soleil entre dans le signe du Cancer, le 22, à 5 h. 27 m. Du 31 mai au 19 juin, les jours croissent de 0 h. 26 m. Ils décroissent du 19 au 30 juin de 0 h. 2. m. La colonne qui suit celle du coucher indique la longueur du crépuscule civil.

### LUNE. — Phases de la Lune en juin :

- ☾ P. Q. le 2 à 18 h. 10 m. Périgée le 3 à 19 h.
- ☾ P. L. le 9 à 15 h. 58 m. Apogée le 16 à 23 h.
- ☾ D. Q. le 17 à 12 h. 3 m. Périgée le 29 à 3 h.
- N. L. le 25 à 4 h. 20 m.

### Occultations principales, pour Uccle :

| Date   | Nom               | Mag. | Immersion |     |     | Emergence |     |     |
|--------|-------------------|------|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
|        |                   |      | T. L.     | P.  | Z.  | T. L.     | P.  | Z.  |
| Juin 1 | π Lion            | 4.9  | h. m.     | °   | °   | h. m.     | °   | °   |
| 11     | σ Sagittaire      | 4.0  | 19 33     | 105 | 75  | 20 39     | 298 | 262 |
| 14-15  | 96 B. Verseau (1) | 6.5  | 20 26     | 41  | 70  | 23 13     | 313 | 336 |
| 29     | 35 Sextant        | 6.1  | 23 11     | 78  | 115 | 0 20      | 253 | 285 |
|        |                   |      | 20 27     | 136 | 98  | 21 17     | 262 | 223 |

(1) La Lune se lève le 14, à 22 h. 50 m. T. L.



**Grandes marées.** — Le 12 juin à 1 h. 32 m., hauteur à Ostende, 1 m. 95; id., à Anvers, à 5 h. 8 m., hauteur, 2 m. 21; le 27 juin à 13 h. 40 m., hauteur à Ostende, 2 m. 02; id., à Anvers, à 17 h. 15 m., hauteur, 2 m. 29.

### Planètes

**MERCURE** peut encore être observé à l'Ouest après le coucher du Soleil pendant la première décade du mois. Elle réapparaîtra ensuite comme étoile du matin vers le 11 juillet. La planète sera en conjonction avec la Lune le 24 juin et le 23 juillet.

| Date      | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Eclat | Phase |
|-----------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
| Juin 1    | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
| 11        | 13 6    | 21 23   | 6 1   | +24° 8' | 0,68        | 9''9  | +1,4  | 0,20  |
| 21        | 12 25   | 20 25   | 5 59  | +21 29  | 0,56        | 11 7  | +2,5  | 0,05  |
| 1         | 11 24   | 19 9    | 5 37  | +19 6   | 0,56        | 11 8  | +2,9  | 0,01  |
| Juillet 1 | 10 32   | 18 15   | 5 27  | +18 49  | 0,67        | 10 0  | +1,6  | 0,15  |

**VÉNUS** brille comme étoile du soir. Elle sera en conjonction avec la Lune, le 27 juin et le 27 juillet.

| Date      | Passage | Coucher | A. R. | Déc.    | Dist. Terre | Diam. | Eclat | Phase |
|-----------|---------|---------|-------|---------|-------------|-------|-------|-------|
| Juin 1    | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |             |       |       |       |
| 11        | 13 42   | 22 2    | 6 36  | +24°43' | 1,43        | 11''7 | —3,4  | 0,87  |
| 21        | 13 55   | 22 8    | 7 29  | 23 39   | 1,38        | 12 2  | —3,4  | 0,85  |
| 1         | 14 7    | 22 4    | 8 19  | 21 29   | 1,31        | 12 8  | —3,4  | 0,82  |
| Juillet 1 | 14 16   | 21 54   | 9 8   | +18 22  | 1,25        | 13 5  | —3,4  | 0,79  |

**MARS** restera visible toute la nuit pendant le mois de juin. Elle sera en opposition avec le Soleil le 10 juin, et en conjonction avec la Lune le 9. Sa position assez australe ne sera que peu favorable pour les observations d'aspect

| Date      | Lever | Pass. | A. R. | Déc.    | Dist. | Diam. | Eclat | Phase | Lat. du centre | Passage du méridien 0° |
|-----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|----------------|------------------------|
| Juin 1    | h. m. | h. m. | h. m. |         |       |       |       |       |                | h. m.                  |
| 11        | 20 40 | 0 31  | 17 23 | —25°36' | 0,48  | 19''5 | —1,9  | 1,00  | +3°9'          | 3 58 4                 |
| 21        | 19 54 | 23 33 | 17 9  | —25 57  | 0,46  | 20 3  | —2,1  | 1,00  | +5,7           | 10 1 4                 |
| 1         | 19 2  | 22 39 | 16 55 | —26 7   | 0,46  | 20 5  | —2,0  | 0,99  | +7 5           | 4 3 7                  |
| Juillet 1 | 18 12 | 21 49 | 16 24 | —26 8   | 0,47  | 20 0  | —1,9  | 0,97  | +8 9           | 10 8 3                 |

**JUPITER** est à chercher dans la constellation de la Vierge, où il est voisin de l'étoile  $\gamma$ . Il reste visible une notable partie de la nuit, mais se couche de plus en plus tôt. La planète sera stationnaire le 6 juin. Elle se trouvera aux environs de la Lune le 4 juin et arrivera en quadrature avec le Soleil le 2 juillet.

Les passages de l'origine des longitudes joviennes au méridien central du disque illuminé pourront être calculés à l'aide des périodes de rotation adoptées, qui

sont pour le système I : 9 h. 50 m., et pour le système II : 9 h. 55 m., plus un nombre de *centièmes* de minute, variable, indiqué entre parenthèses.

| Date               | Pass. | Cou-<br>cher | A. R. | Déc.   | Dist. | Diam.<br>équat. | Eclat | Passage du méridien 0° |               |
|--------------------|-------|--------------|-------|--------|-------|-----------------|-------|------------------------|---------------|
|                    |       |              |       |        |       |                 |       | Syst. I                | Syst. II      |
| Juin 1<br>11<br>21 | h. m. | h. m.        | h. m. |        |       |                 |       | h. m.                  | h. m.         |
|                    | 19 40 | 1 36         | 12 35 | —2°15' | 4,89  | 40''2           | —1,8  | 4 53 63 (55)           | 7 17 96 (72)  |
|                    | 19 1  | 0 56         | 12 35 | —2 17  | 5,03  | 39 1            | —1,7  | 1 6 87 (57)            | 17 35 51 (75) |
| Juillet 1          | 18 22 | 0 18         | 12 36 | —2 27  | 5,18  | 37 9            | —1,7  | 5 1 81 (59)            | 23 45 11 (77) |
|                    | 17 45 | 23 35        | 12 38 | —2 23  | 5,34  | 36 8            | —1,6  | 1 16 05 (60)           | 4 16 33 (79)  |

SATURNE sera stationnaire le 4 juin. Ce même jour elle se trouvera en conjonction avec la Lune. Voisine de Jupiter dans la constellation de la Vierge, ses conditions d'observation sont à peu près identiques.

| Date               | Cou-<br>cher | A. R. | Déc.   | Dist. | Diam.<br>pol. | Eclat | Grand axe |      | Hauteur au-des-<br>sus du plan |        |
|--------------------|--------------|-------|--------|-------|---------------|-------|-----------|------|--------------------------------|--------|
|                    |              |       |        |       |               |       | Ext.      | Int. | Terre                          | Soleil |
| Juin 1<br>11<br>21 | h. m.        | h. m. |        |       |               |       |           |      |                                |        |
|                    | 1 29         | 12 7  | +1°58' | 9,16  | 16''3         | +1,1  | 40,9      | 27,2 | +3°36'                         | +6°18' |
|                    | 0 49         | 12 7  | +1 54  | 9,32  | 16 0          | +1,2  | 40,2      | 26,8 | +3 40                          | +6 26  |
| Juillet 1          | 0 10         | 12 8  | +1 47  | 9,48  | 15 7          | +1,2  | 39,5      | 26,3 | +3 48                          | +6 35  |
|                    | 23 27        | 12 10 | +1 36  | 9,65  | 15 5          | +1,2  | 38,9      | 25,9 | +4 0                           | +6 44  |

*Élongations de Titan* : Juin 2, à 10 h. 2 W. ; le 10, à 12 h. 2 E. ; le 18, à 9 h. 0 W. ; le 26, à 11 h 3 E.

URANUS visible la seconde partie de la nuit est à chercher dans la constellation du Verseau. Elle arrivera en quadrature avec le Soleil le 4 juin.

| Date      | Lever | A. R. | Déc.   | Distance |
|-----------|-------|-------|--------|----------|
|           | h. m. | h. m. |        |          |
| Juin 1    | 0 35  | 23 0  | —7°12' | 20,14    |
| 16        | 23 33 | 23 1  | —7 10  | 19,86    |
| Juillet 1 | 22 33 | 23 1  | —7 12  | 19,63    |

NEPTUNE observable pendant la première moitié de nuit, à chercher dans la constellation du Cancer.

| Date      | Coucher | A. R. | Déc.    | Distance |
|-----------|---------|-------|---------|----------|
|           | h. m.   | h. m. |         |          |
| Juin 1    | 23 41   | 9 4   | +16°53' | 30,53    |
| 16        | 22 43   | 9 6   | +16 47  | 30,73    |
| Juillet 1 | 21 45   | 9 7   | +16 40  | 30,89    |

CONJONCTIONS. — La Lune sera en conjonction en juin avec :

| Date   | Heure | Planète à          | Date    | Heure | Planète à          |
|--------|-------|--------------------|---------|-------|--------------------|
| Juin 4 | h. m. | Saturne à 3°8' N.  | Juin 24 | h. m. | Mercure à 0°23' N. |
| 4      | 5 14  | Jupiter à 1°16' N. | 27      | 11 38 | Vénus à 6°3' N.    |
| 9      | 17 48 | Mars à 7°44' S.    | 28      | 21 32 | Neptune à 4°5' N.  |
| 16     | 16 54 | Uranus à 2°46' S.  |         | 4 17  |                    |
|        | 14 3  |                    |         |       |                    |

ÉTOILES FILANTES. — Le mois de juin est l'un des moins favorisés au point de vue de l'observation des étoiles filantes, par suite des longs crépuscules. Vers le milieu du mois, un radiant de coordonnées  $\alpha = 261^\circ$ ,  $\delta = +5^\circ$ , fournit des météores à allure lente; il en est de même d'un autre essaim situé par  $\alpha = 235^\circ$ ,  $\delta = +9^\circ$  qui se manifeste au début du mois. D'autres essaims nous gratifient d'étoiles filantes rapides, laissant assez souvent des trainées; ce sont notamment : du 11 au 19 juin, radiant  $\alpha = 274^\circ$ ,  $\delta = +69^\circ$ ; 13 juin  $\alpha = 310^\circ$ ,  $\delta = 61^\circ$ ; fin juin  $\alpha = 354^\circ$ ,  $\delta = +39^\circ$ .

CONSTELLATIONS. — Ciel du 15 juin à 22 heures (23 h. été).

Les constellations suivantes se lèvent : Andromède, Petit Cheval, Capricorne, Sagittaire.

Se couchent : l'Hydre, le Corbeau, le Cancer, les Gémeaux, le Cocher.

Passent au méridien : Persée, Petite Ourse, Dragon, Couronne, Serpent, Balance, Scorpion.

Sont au-dessus de l'horizon : outre les constellations ci-dessus : Cassiopée, Céphée, Cygne, Renard, l'Aigle, la Lyre, Hercule, Ophiuchus, la Vierge, le Bouvier, le Lion, les Levriers, la Grande Ourse, la Chevelure, le Lynx.

\*  
\* \* \*

## JUILLET 1922

### SOLEIL

| Date      | Lever | Passage  | Coucher  | A. R.    | Déo.     | P.     | D.    | L.    | Dist. Terre |
|-----------|-------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|-------|-------------|
| Juill. 11 | h. m. | h. m. s. | h. m.    | h. m. s. |          |        |       |       |             |
|           | 3 41  | 11 47 44 | 19 54 44 | 7 19 37  | + 22°11' | + 1°7  | + 4°0 | 180°6 | 1,0166      |
| 21        | 3 52  | 11 48 43 | 19 45 42 | 8 0 2    | + 20 35  | + 6,2  | + 5,0 | 48,2  | 1,0161      |
| 31        | 4 6   | 11 48 48 | 19 31 40 | 8 39 32  | + 18 24  | + 10,4 | + 5,8 | 275,9 | 1,0150      |

Le Soleil entre dans le signe du Lion, le 23, à 16 h. 20 m. Du 30 juin au 31 juillet, les jours décroissent de 1 h. 16 m.

sont pour le système I : 9 h. 50 m., et pour le système II : 9 h. 55 m., plus un nombre de *centièmes* de minute, variable, indiqué entre parenthèses.

| Date      | Pass. | Coucher | A. R. | Déc.   | Dist. | Diam. équat. | Eclat | Passage du méridien 0° |               |
|-----------|-------|---------|-------|--------|-------|--------------|-------|------------------------|---------------|
|           |       |         |       |        |       |              |       | Syst. I                | Syst. II      |
|           | h. m. | h. m.   | h. m. |        |       |              |       | h. m.                  | h. m.         |
| Juin 1    | 19 40 | 1 36    | 12 35 | —2°15' | 4,89  | 40''2        | —1,8  | 4 53 63 (55)           | 7 17 96 (72)  |
| 11        | 19 1  | 0 56    | 12 35 | —2 17  | 5,03  | 39 1         | —1,7  | 1 6 87 (57)            | 17 35 51 (75) |
| 21        | 19 22 | 0 18    | 12 36 | —2 27  | 5,18  | 37 9         | —1,7  | 5 1 81 (59)            | 23 45 11 (77) |
| Juillet 1 | 17 45 | 23 35   | 12 38 | —2 23  | 5,34  | 36 8         | —1,6  | 1 16 05 (60)           | 4 16 33 (79)  |

SATURNE sera stationnaire le 4 juin. Ce même jour elle se trouvera en conjonction avec la Lune. Voisine de Jupiter dans la constellation de la Vierge, ses conditions d'observation sont à peu près identiques.

| Date      | Coucher | A. R. | Déc.   | Dist. | Diam. pol. | Eclat | Grand axe |      | Hauteur au-dessus du plan |        |
|-----------|---------|-------|--------|-------|------------|-------|-----------|------|---------------------------|--------|
|           |         |       |        |       |            |       | Ext.      | Int. | Terre                     | Soleil |
|           | h. m.   | h. m. |        |       |            |       |           |      |                           |        |
| Juin 1    | 1 29    | 12 7  | +1°58' | 9,16  | 16''3      | +1,1  | 40,9      | 27,2 | +3°36'                    | +6°18' |
| 11        | 0 49    | 12 7  | +1 54  | 9,32  | 16 0       | +1,2  | 40,2      | 26,8 | +3 40                     | +6 26  |
| 21        | 0 10    | 12 8  | +1 47  | 9,48  | 15 7       | +1,2  | 39,5      | 26,3 | +3 48                     | +6 35  |
| Juillet 1 | 23 27   | 12 10 | +1 36  | 9,65  | 15 5       | +1,2  | 38,9      | 25,9 | +4 0                      | +6 44  |

*Élongations de Titan* : Juin 2, à 10 h. 2 W. ; le 10, à 12 h. 2 E. ; le 18, à 9 h. 0 W. ; le 26, à 11 h 3 E.

URANUS visible la seconde partie de la nuit est à chercher dans la constellation du Verseau. Elle arrivera en quadrature avec le Soleil le 4 juin.

| Date      | Lever | A. R. | Déc.   | Distance |
|-----------|-------|-------|--------|----------|
|           | h. m. | h. m. |        |          |
| Juin 1    | 0 35  | 23 0  | —7°12' | 20,14    |
| 16        | 23 33 | 23 1  | —7 10  | 19,86    |
| Juillet 1 | 22 33 | 23 1  | —7 12  | 19,63    |

NEPTUNE observable pendant la première moitié de nuit, à chercher dans la constellation du Cancer.

| Date      | Coucher | A. R. | Déc.    | Distance |
|-----------|---------|-------|---------|----------|
|           | h. m.   | h. m. |         |          |
| Juin 1    | 23 41   | 9 4   | +16°53' | 30,53    |
| 16        | 22 43   | 9 6   | +16 47  | 30,73    |
| Juillet 1 | 21 45   | 9 7   | +16 40  | 30,89    |

CONJONCTIONS. — La Lune sera en conjonction en juin avec :

| Date  | Heure | Planète à          | Date   | Heure | Planète à          |
|-------|-------|--------------------|--------|-------|--------------------|
| Jun 4 | h. m. |                    | Jun 24 | h. m. |                    |
| 4     | 5 14  | Saturne à 3°8' N.  | 27     | 11 38 | Mercure à 0°23' N. |
| 9     | 17 48 | Jupiter à 1°16' N. | 28     | 21 32 | Vénus à 6°3' N.    |
| 16    | 16 54 | Mars à 7°44' S.    |        | 4 17  | Neptune à 4°5' N.  |
|       | 14 3  | Uranus à 2°46' S.  |        |       |                    |

ÉTOILES FILANTES. — Le mois de juin est l'un des moins favorisés au point de vue de l'observation des étoiles filantes, par suite des longs crépuscules. Vers le milieu du mois, un radiant de coordonnées  $\alpha = 261^\circ$ ,  $\delta = +5^\circ$ , fournit des météores à allure lente; il en est de même d'un autre essaim situé par  $\alpha = 235^\circ$ ,  $\delta = +9^\circ$  qui se manifeste au début du mois. D'autres essaims nous gratifient d'étoiles filantes rapides, laissant assez souvent des traînées; ce sont notamment : du 11 au 19 juin, radiant  $\alpha = 274^\circ$ ,  $\delta = +69^\circ$ ; 13 juin  $\alpha = 310^\circ$ ,  $\delta = 61^\circ$ ; fin juin  $\alpha = 354^\circ$ ,  $\delta = +39^\circ$ .

CONSTELLATIONS. — Ciel du 15 juin à 22 heures (23 h. été).

Les constellations suivantes se lèvent : Andromède, Petit Cheval, Capricorne, Sagittaire.

Se couchent : l'Hydre, le Corbeau, le Cancer, les Gémeaux, le Cocher.

Passent au méridien : Persée, Petite Ourse, Dragon, Couronne, Serpent, Balance, Scorpion.

Sont au-dessus de l'horizon : outre les constellations ci-dessus : Cassiopée, Céphée, Cygne, Renard, l'Aigle, la Lyre, Hercule, Ophiuchus, la Vierge, le Bouvier, le Lion, les Levriers, la Grande Ourse, la Chevelure, le Lynx.

\* \* \*

## JUILLET 1922

### SOLEIL

| Date    | Lever | Passage  | Coucher  | A. R.    | Déc.     | P.     | D.    | L.    | Dist. Terre |
|---------|-------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|-------|-------------|
| Jul. 11 | h. m. | h. m. s. | h. m.    | h. m. s. |          |        |       |       |             |
| 11      | 3 41  | 11 47 44 | 19 54 44 | 7 19 37  | + 22°11' | + 1°7  | + 4°0 | 180°6 | 1,0166      |
| 21      | 3 52  | 11 48 43 | 19 45 42 | 8 0 2    | + 20 35  | + 6,2  | + 5,0 | 48,2  | 1,0161      |
| 31      | 4 6   | 11 48 48 | 19 31 40 | 8 39 32  | + 18 24  | + 10,4 | + 5,8 | 275,9 | 1,0150      |

Le Soleil entre dans le signe du Lion, le 23, à 16 h. 20 m. Du 30 juin au 31 juillet, les jours décroissent de 1 h. 16 m.

LUNE. — Phases de la Lune en juillet :

- ☾ P. Q. le 1<sup>er</sup> à 22 h. 52 m.  
 ☾ P. L. le 9 à 3 h. 7 m. Apogée le 14 à 17 h.  
 ☾ D. Q. le 17 à 5 h. 11 m. Périgée le 26 à 16 h.  
 ● N. L. le 24 à 12 h. 47 m.  
 ☾ P. L. le 31 à 4 h. 22 m.

Occultations principales pour Uccle :

| Date     | Nom             | Mag. | Immersion      |         |         | Émersion       |     |     |
|----------|-----------------|------|----------------|---------|---------|----------------|-----|-----|
|          |                 |      | T. L.          | P.      | Z.      | T. L.          | P.  | Z.  |
| Juill. 4 | o Balance       | 6.2  | h. m.<br>22 41 | °<br>99 | °<br>75 | h. m.<br>23 46 | 284 | 253 |
| 19       | 147 B. Bélier   | 5.8  | 1 19           | 9       | 49      | 1 45           | 314 | 354 |
| 21       | 318 B. Taureau. | 5.7  | 3 11           | 68      | 109     | 4 10           | 271 | 318 |

*Grandes marées*, — Le 11 juillet à 13 h. 29 m., hauteur à Ostende, 1 m. 86; id., à Anvers à 17 h. 3 m., hauteur, 2 m. 12; 26 juillet à 13 h. 24 m., hauteur à Ostende, 2 m. 22.; id., à Anvers, à 17 h. 0 m., hauteur, 2 m. 52.

Planètes

MERCURE

| Date       | Lever | Passage | A. R. | Déc.     | Dist. Terre | Diam. | Éclat | Phase |
|------------|-------|---------|-------|----------|-------------|-------|-------|-------|
|            | h. m. | h. m.   | h. m. |          |             |       |       |       |
| Juillet 11 | 2 25  | 10 18   | 5 50  | + 20°29' | 0,86        | 7",8  | + 0,6 | 0,38  |
| 21         | 2 31  | 10 35   | 6 47  | + 22 29  | 1,09        | 6 ,1  | — 0,5 | 0,69  |
| 31         | 3 20  | 11 18   | 8 9   | + 21 23  | 1,29        | 5 ,2  | — 1,4 | 0,94  |

VÉNUS

| Date       | Passage | Coucher | A. R. | Déc.     | Dist. Terre | Diam. | Éclat | Phase |
|------------|---------|---------|-------|----------|-------------|-------|-------|-------|
|            | h. m.   | h. m.   | h. m. |          |             |       |       |       |
| Juillet 11 | 14 23   | 21 38   | 9 54  | + 14°28' | 1.18        | 14",2 | — 3,5 | 0,76  |
| 21         | 14 27   | 21 19   | 10 38 | + 10 0   | 1.11        | 15",2 | — 3,5 | 0,72  |
| 31         | 14 30   | 20 57   | 11 20 | + 5 8    | 1.04        | 16",2 | — 3,6 | 0,69  |

MARS observable pendant la première moitié de la nuit. Elle sera en station le 17 juillet et arrivera en conjonction avec la Lune le 6 juillet.

| Date      | Lever    | Pas-<br>sage | A.R.  | Déo.    | Dist. | Diam.  | Éclat | Phase | Lat. du<br>Centre | Passage du<br>Méridien 0° |
|-----------|----------|--------------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------------------|---------------------------|
|           | h. m.    | h. m.        | h. m. |         |       |        | m.    |       |                   | h. m.                     |
| Juill. 11 | 17 26    | 21 3         | 16 37 | —26° 6' | 0,49  | 19'',0 | —1,7  | 0,95  | + 9°,6            | 3 40,1                    |
|           | 21 16 47 | 20 24        | 16 36 | —26 8   | 0,53  | 17 ,8  | —1,5  | 0,93  | + 9 ,7            | 9 53,8                    |
|           | 31 16 15 | 19 51        | 16 42 | —26 15  | 0,57  | 16 ,5  | —1,2  | 0,90  | + 9 ,1            | 16 12,8                   |

JUPITER se trouvera en conjonction avec la Lune les 2 et 29 juillet.

| Date      | Pas-<br>sage | Cou-<br>chor | A.R.  | Déc.    | Dist. | Diam.<br>Équat. | Éclat | Passage méridien 0° |               |
|-----------|--------------|--------------|-------|---------|-------|-----------------|-------|---------------------|---------------|
|           |              |              |       |         |       |                 |       | Syst. I             | Syst. II      |
|           | h. m.        | h. m.        | h. m. |         |       |                 | m.    | h. m.               | h. m.         |
| Juill. 11 | 17 9         | 22 57        | 12 42 | — 3° 5' | 5,49  | 35'',9          | —1,6  | 19 21,29 (62)       | 12 31,03 (80) |
|           | 21 16 34     | 22 20        | 12 45 | — 3 33  | 5,64  | 35 ,8           | —1,5  | 15 36,25 (63)       | 20 46,09 (81) |
|           | 11 16 0      | 21 43        | 12 50 | — 4 6   | 5,79  | 34 ,0           | —1,4  | 21 42,12 (64)       | 19 5,61 (82)  |

SATURNE arrivera en conjonction avec la Lune les 1<sup>er</sup> et 28 juillet.

| Date       | Cou-<br>cher | A. R. | Déo.    | Dist. | Diam.<br>Pol. | Éclat | Grand axe |        | Hauteur au-<br>dessus du plan |         |
|------------|--------------|-------|---------|-------|---------------|-------|-----------|--------|-------------------------------|---------|
|            |              |       |         |       |               |       | Ext.      | Int.   | Terre                         | Soleil  |
|            | h. m.        | h. m. |         |       |               |       |           |        |                               |         |
| Juillet 11 | 22 50        | 12 11 | + 1°21' | 9,81  | 15'',2        | + 1,2 | 38'',2    | 25'',4 | + 4°17                        | + 6°53' |
|            | 21 22 10     | 12 13 | + 1 4   | 9,97  | 15 ,0         | + 1,2 | 37 ,7     | 25 ,1  | + 4 37                        | + 7 1   |
|            | 31 21 32     | 12 17 | + 0 43  | 10,10 | 14 ,8         | + 1,2 | 37 ,1     | 24 ,7  | + 5 1                         | + 7 10  |

Élongations de Titan : Juillet 4, à 8 h. 3 W. ; le 12, à 10 h. 7 E. ; le 20, à 8 h. 0 W. ; le 28, à 10 h. 5 E.

#### URANUS

| Date       | Lever | A. R. | Déc.    | Distance |
|------------|-------|-------|---------|----------|
|            | h. m. | h. m. |         | h.       |
| Juillet 16 | 21 34 | 23 0  | — 7°18' | 19.41    |
| 31         | 20 34 | 22 58 | — 7 27  | 19.25    |

NEPTUNE n'est guère observable en juillet.

CONJONCTIONS. — La Lune sera en conjonction en juillet avec :

| Date     | Heure      | Planète à        | Date      | Heure      | Planète à        |
|----------|------------|------------------|-----------|------------|------------------|
| Juill. 2 | à 0 h. 32  | Jupiter 0° 48' N | Juill. 25 | à 14 h. 8  | Neptune 3° 55' N |
| 6        | à 10 h. 11 | Mars 8° 39' S    | 27        | à 13 h. 21 | Vénus 2° 36' N   |
| 13       | à 21 h. 9  | Uranus 2° 34' S  | 28        | à 20 h. 17 | Saturne 2° 13' N |
| 23       | à 9 h. 47  | Mercure 4° 51' N | 29        | à 11 h. 0  | Jupiter 0° 11' N |

ÉTOILES FILANTES. — Les longs crépuscules, abrégant la durée des observations et rendant celles-ci difficiles pour les astres faibles, font que juillet donne en général peu de relevés d'étoiles filantes. Quelques radiants intéressants se manifestent cependant durant le mois, notamment celui des Aquariides  $\alpha = 22$  h. 40 m.,  $\delta = + 13^\circ$ , vers le 28. Vers le milieu du mois (6 au 22)  $\alpha = 282^\circ$ ,  $\delta = + 13^\circ$ , donnant des filantes généralement très lentes. Par contre, la période du 15 au 31 est caractérisée par des étoiles filantes rapides laissant des traînées : radiant  $\alpha = + 23^\circ$ ,  $\delta = + 43^\circ$ . Les météores donnés par le radiant  $\alpha = 290^\circ$ ,  $\delta = + 24^\circ$ , qui manifeste son activité entre le 19 et le 24 sont caractérisés au contraire par leur allure lente.

CONSTELLATIONS. — Ciel au 15 juillet à 22 heures (23 h. été).

Les constellations suivantes se lèvent : Persée, le Triangle, Pégase, le Verseau, le Capricorne.

Se couchent : le Lion, la Vierge, l'Hydre, le Scorpion.

Passent au méridien : la Girafe, la Petite Ourse, le Dragon, Hercule, Ophiuchus.

Sont au-dessus de l'horizon outre les constellations ci-dessus : Andromède, le Cygne, le Petit Cheval, la Lyre, la Flèche, le Petit Renard, le Dauphin, l'Aigle, le Serpent, la Balance, le Bouvier, la Chevelure de Bérénice, la Grande Ourse, le Petit Lion, le Lynx.

## Notes

**Comète Skjellerup 1922b.** — La seconde comète de l'année a été découverte, le 17 mai, par M. Skjellerup, astronome à l'Observatoire du Cap. L'annonce de la découverte a été transmise à « Astra », par l'Observatoire de Greenwich, par un télégramme du 18 mai. La position de l'astre était :

1922, 17 mai, à 6 h. 0 temps moyen de Greenwich.  $\alpha = 7$  h. 53 m. 44 s.  $\delta = 19^\circ 32'$ .

Mouvement diurne en  $\alpha + 4$  minutes et en  $\delta + 48'$ .

La comète était renseignée comme faible, sans indication chiffrée de grandeur.

Des télégrammes subséquents ont apporté des positions obtenues par M. Mündler, à l'Observatoire de Königsstuhl, le 20 mai, à 10 h. 16 m. 7 s. temps moyen de Königsstuhl :

$\alpha = 8$  h. 9 m. 30 s. 7  $\delta = + 22^\circ 21' 27''$  Grandeur 12,



par M. Van Biesbroeck, à Yerkes Observatory. Mai 21, à 15 h. 55 m. 4 s. temps moyen de Greenwich :

$$\alpha = 8 \text{ h. } 15 \text{ m. } 56 \text{ s. } 2 \quad \delta = + 23^{\circ} 32' 19'' \quad \text{Grandeur } 13,$$

par M. Volta, à Milan. Mai 22, à 9 h. 25 m. 9 s. temps moyen de Milan :

$$\alpha = 8 \text{ h. } 19 \text{ m. } 52 \text{ s. } 4 \quad \delta = + 24^{\circ} 15' 41'' \quad \text{Grandeur } 13. \quad (\text{Circulaire « Astra » n° 26.})$$

M. Crommelin, de l'Observatoire de Greenwich, a calculé les éléments paraboliques suivants :

$$T = 1922, \text{ mai, } 19,220 \text{ temps moyen de Greenwich.}$$

$$\omega = 1^{\circ} 16'$$

$$\Omega = 207^{\circ} 56' \quad \left. \begin{array}{l} \Omega = 207^{\circ} 56' \\ i = 21^{\circ} 19' \end{array} \right\} 1922,0.$$

$$i = 21^{\circ} 19'$$

$$q = 0,8824.$$

De ces éléments, M. H. Vanderlinden, de l'Observatoire d'Uccle, a déduit une éphéméride dont nous détachons la partie ci-jointe, les positions se rapportant à minuit moyen de Greenwich :

| DATE.             | $\alpha$ , 1922,0. | $\delta$ , 1922,0. |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| —                 | —                  | —                  |
| Juin 13 . . . . . | 11 h. 43 m. 7 s.   | + 46°37.           |
| 15 . . . . .      | 12 10 7            | + 47°26.           |
| 17 . . . . .      | 12 37 9            | + 47°52.           |
| 19 . . . . .      | 13 4 2             | + 47°53.           |
| 21 . . . . .      | 13 29 8            | + 47°32.           |
| 23 . . . . .      | 13 53 8            | + 46°51.           |

A Uccle, M. Delporte à l'équatorial de 38 centimètres a pu observer la comète les 23, 27 et 29 mai. L'observation du 27 seule est complète. Pour les deux autres jours, soit faiblesse de l'astre, soit à cause de brumes à l'horizon, le raccord à des étoiles n'a pas été possible. La comète se présentait à ces dates sous forme d'une pâle nébulosité de 13<sup>e</sup> grandeur environ, sans condensation centrale. La nébulosité pouvait couvrir 1/2 minute d'arc en diamètre.

Au moment de la découverte par M. Skjellerup, l'astre se trouvait dans la constellation des Gémeaux et a traversé successivement les constellations du Cancer, du petit Lion, pour se trouver au 7 juin au bord de la constellation de la Grande-Ourse. Au 13 juin, l'astre doit être à sa plus courte distance de la Terre. Il restera télescopique, accessible seulement aux grands instruments.

Ebell, dans *Beobachtungs Zirkular*, n° 14, donne les éléments suivants pour la comète :

$$T = 1922, \text{ mai } 18, 59,322 \text{ temps moyen de Greenwich.}$$

$$\omega = 0^{\circ} 14' 13'' 7.$$

$$\Omega = 209^{\circ} 44' 6'' 3.$$

$$i = 19^{\circ} 52' 32'' 0.$$

$$\log. q = 9,946041.$$

Il signale la ressemblance très grande de ces éléments avec ceux de la comète 1830 I.

D'un autre côté, M. Leuschner, de l'Observatoire Berkeley, fait remarquer la probabilité d'identité avec une comète découverte par Grigg en juillet 1902 et dont la durée de visibilité a été très courte (12 jours). E. D.

**Mars.** — L'opposition de Mars se produit le 10 juin. La position fort australe de la planète nuit aux observations pour nos régions. Néanmoins, la planète devra être suivie avec attention en raison des phénomènes particuliers qui sont remarqués à sa surface. Une communication de M. Maggini, de l'Observatoire Astrophysique de Catane, à Astra (circulaire 27), signale, en effet, que, « depuis le 7 mai, les régions sombres de la planète Mars présentent une décoloration anormale. Un voile jaune recouvre les mers australes et efface les détails au nord de ces mers. La pâleur a été frappante les nuits du 17 au 22 mai. *Mare Erithræum* n'est sombre que près de la calotte polaire. *Margaritifer Sinus*, presque invisible, *Aurora Sinus*, invisible et comme recouvert par une large tache jaune qui envahit *Chrisæ*.

*Sinus Sabeus* est la partie la plus sombre du disque, mais lui aussi est très pâle, grisâtre.

Les mêmes phénomènes se présentent comme en 1909, lorsque l'hémisphère sud de Mars était, comme maintenant, près de son équinoxe de printemps. E. D.

**Eclipse partielle de Soleil du 28 mars 1922.** — L'observation de l'éclipse, à l'Observatoire d'Uccle, a été gênée par le ciel nuageux. Le premier contact a pu être noté dans d'assez bonnes conditions, mais le reste du phénomène a été masqué par les nuages. Les heures notées par les différents observateurs sont en bon accord avec les chiffres calculés. L'entrée de la Lune sur le disque solaire a été notée par M. Delporte à 13 h. 21 m. 0 s. (grand chercheur de l'équatorial de 38 centimètres).

E. D.

**L'Eclipse solaire totale du 21 septembre 1922 et le Magnétisme terrestre.** — MM. L. Bauer et A. Fleming publient dans le Bulletin (mars-juin 1922) du *Terrestrial Magnetism* le plan des observations magnétiques qui seront exécutées par le « Département » du *Terrestrial Magnetism* de l'Institution Carnegie et différents observatoires ou institutions publiques ou privées de différents pays, situés dans la zone de totalité ou dans son voisinage, aux jours proches et à la date même de l'éclipse. On sait que depuis plusieurs années M. Bauer, qui est le chef du « Département », a pris l'initiative de cette organisation générale qui a déjà donné des résultats des plus appréciables au point de vue scientifique.

La distribution des Observatoires magnétiques dans les limites de l'éclipse et sur les deux côtés de la zone de totalité est exceptionnellement favorable ; au nord de la zone, ce sont les Observatoires d'Alibag, Dehra-Dun, Kodaikanal et Toungoo, tous quatre dans l'Inde ; à Java, l'Observatoire de Batavia-Buitenzorg ; Antipolo aux Philippines ; Helwan en Egypte et Apia à Samoa, qui sont situés immédiatement avant et après la région éclipisée.

Au sud de la zone de totalité, l'Observatoire de Port Louis à l'île Maurice, celui de Watheroo en Australie occidentale, de Toolangi, Victoria et Christchurch en Nouvelle-Zélande. La plus grande partie de la zone de totalité elle-même tombe en mer. Les stations du « Département » sont :

1. Coongoola dans le Queensland, zone de totalité.
2. Watheroo, déjà cité, au sud ; et 3. Une station non encore fixée mais dans la zone

de totalité australienne en collaboration avec les astronomes de l'Université d'Adélaïde.

Nous ne trouvons pas dans cette énumération d'observatoire magnétique français, pour l'excellente raison qu'il n'en existe aucun dans les régions considérées. Au point de vue astronomique d'ailleurs et pour des régions budgétaires, la France s'abstient en ce qui concerne l'organisation d'une mission, malgré l'importance extrême des problèmes et questions à l'ordre du jour de l'éclipse.

Pour en revenir au programme du « Department », le voici en résumé :

1. Observations magnétiques simultanées des éléments, chaque minute, le 21 septembre 1922 de 1 h. 28 à 8 h. 2. Temps moyen civil de Greenwich, par le même observateur ; si possible, des observations dans les mêmes conditions le 20 et le 22.

2. Surveillance spéciale des appareils enregistreurs pendant ces mêmes journées.

3. Observations d'électricité atmosphérique : gradient du potentiel de l'atmosphère, conductibilité de l'air, ionisation.

4. Observations météorologiques générales avec étude particulière de la température.

5. Dans la zone de totalité, il est désirable de déterminer les éléments magnétiques toutes les trente secondes, de dix minutes avant à dix minutes après la totalité. Même recommandation pour la température.

Le *Terrestrial Magnetism* concentrera comme auparavant tous les rapports des différents Observatoires et leur ensemble sera étudié par M. L. Bauer. Les deux éclipses solaires de 1919 et de 1920 ont, comme nos lecteurs le savent, donné lieu à des études magistrales du savant directeur du « Department » du *Terrestrial Magnetism* qui ont notablement précisé les effets perturbateurs, d'ordre minime, qu'amène une éclipse solaire totale dans la marche diurne des éléments, dans la zone de totalité et en dehors d'elle.

Nous aurons soin, cette fois encore, de les tenir au courant des études nouvelles.

E. L.

**L'éclipse solaire totale du 21 septembre 1922, la déviation des rayons stellaires et la théorie einsteinienne.** — La déviation des rayons d'une étoile par la masse solaire près de laquelle elle passe avant d'arriver à notre œil sur la Terre est une des conséquences prévues par la théorie einsteinienne de la relativité. On peut même dire que la vérification expérimentale du phénomène constitue un *experimentum crucis*. La théorie de l'émission newtonienne prévoit d'ailleurs une déviation du même genre ; le rayon lumineux doit être attiré vers la masse solaire à son passage, puisque ce rayon est constitué, en fait, par de très petites particules matérielles lancées par les étoiles lumineuses dans l'espace avec la vitesse de la lumière. Mais les théories einsteiniennes prévoient une déviation double de la déviation newtonienne. La déviation einsteinienne doit être  $1''75$  pour un rayon rasant le limbe solaire. A Sobral (Brésil) et à l'île du Prince (côte d'Afrique), en 1919, les missions anglaises ont trouvé  $1''98$  et  $1''61$  avec des erreurs probables de 0,1 à 0,3. Ces résultats sont remarquables et tout en faveur des idées nouvelles (1).

Nous avons expliqué comment ont procédé les astronomes pour réaliser ces expériences de manière à ce que les résultats ne pussent être soupçonnés d'erreurs ; le

(1) La déviation des rayons stellaires par l'attraction du Soleil, *Ciel et Terre*, 1920, p. 8.

problème est évidemment des plus délicats. Il comporte trois phases ou opérations : la première consiste, pendant l'éclipse totale, à prendre des photographies du ciel étoilé autour du Soleil; la seconde, à reprendre les photographies de la même région quand le Soleil en est absent, donc quelques mois avant ou après l'éclipse totale; enfin, la troisième phase est la comparaison des deux séries de photographies des mêmes étoiles. On conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'y insister, la délicatesse des mensurations et celle à apporter dans les impressions photographiques. L'action einsteinienne doit se révéler par une *répulsion apparente* qui écarte les étoiles du disque solaire dans les photographies prises pendant l'éclipse totale.

L'éclipse totale prochaine du 20 septembre se présente encore une fois dans les conditions les plus favorables pour la vérification des théories nouvelles qui ont bouleversé la science humaine. Il ne faut pas laisser échapper l'occasion qu'elle nous présente de servir de flambeau à la vérité; les astronomes l'ont compris et encore une fois viendront en aide aux physiciens. La zone de totalité tombe en septembre prochain, presque entièrement sur l'océan Indien. Cependant, en trois points les astronomes ont décidé de s'installer. Une mission anglaise est déjà, à l'heure actuelle installée sur la petite île Christmas, sur la côte occidentale de Java. Cette île est d'un accès très difficile aux navires et l'*Observatory*, dans son dernier numéro, de mai 1922, nous conte les épreuves qui ont accueilli à leur débarquement M. Jones, chef de la mission, et son adjoint M. Melotte; ces deux savants font partie de l'Observatoire royal de Greenwich. Ils ont emporté le télescope astrophotographique de 13 pouces, dont la monture a été adaptée à la latitude de Christmas Island.

Une expédition hollando-allemande s'installera aussi dans cette île, sous la direction des professeurs Freundlich et Kohlschütter (Potsdam) et Voûte (Java). Il est possible que A. Einstein lui-même accompagne l'expédition.

L'Observatoire Lick envoie une expédition à Wollal et le professeur Evershed, de Kodaikanal, bien connu par ses recherches einsteiniennes sur le déplacement des raies solaires vers le rouge du spectre, doit, dit-on, s'installer aux îles Maldives; ces deux nouvelles missions auront d'ailleurs aussi comme objet principal, la vérification des théories relativistes.

E. L.

**Office national météorologique de France.** — La guerre mondiale a amené, chez nos voisins, une transformation complète de l'organisation scientifique gouvernementale dans les domaines de la Météorologie et de la Physique du Globe. M. le colonel Delcambre, directeur du nouvel Office météorologique et successeur de M. Angot, le savant météorologique bien connu, nous expose dans l'*Astronomie* (avril 1922) les grandes lignes de la nouvelle organisation; nous y renvoyons le lecteur.

Disons seulement que les services météorologiques proprement dits de l'ancien Bureau météorologiste forment la base du nouvel Office; on leur a adjoint le service météorologique du sous-secrétariat de l'Aéronautique et le service météorologique militaire créé pendant la guerre.

Le magnétisme du Globe et la sismologie sont dorénavant affectés au nouvel Institut de Physique du Globe créé en même temps que l'Office météorologique.

E. L.

**Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris.** — Ce nouvel Institut a été créé en juillet 1921, à la suite de la suppression du Bureau Central

Météorologique. Comme l'indique son titre, il a comme mission l'étude générale de la Physique du Globe, comprenant le Magnétisme et la Sismologie, ainsi que des cours à l'Université sur les mêmes sujets. Ces cours ont été inaugurés en novembre 1921. Le directeur de l'Institut de Physique du Globe est M. le prof. Maurain. Il est assisté de MM. Dongier et Brazier.

L'Observatoire du Parc Saint-Maur et celui du Val-Joyeux lui sont incorporés, ainsi que la station sismique de Strasbourg. E. L.

**Observatoire géographique des îles Shetland.** — Il a été ouvert le 7 juin 1921 pour l'étude spéciale des aurores polaires et du magnétisme terrestre; les études qui y sont entreprises auront aussi pour effet de rendre plus fructueuses les nombreuses recherches qu'avec l'appui du gouvernement norvégien et de l'Institut Carnegie, le capitaine R. Amundsen va poursuivre pendant le nouveau et hardi voyage vers le Pôle Nord qu'il vient d'entreprendre cette année. Les études géophysiques sont, en ce moment, en Angleterre, l'objet, dans différentes voies, de multiples recherches dont témoignent les publications de la R. A. S. E. L.

**Pour l'histoire des enregistreurs météorologiques.** — M. J. Mascart, dans le Bulletin de Mai de l'Observatoire de Lyon, rappelle les titres de Ch. Briot (1817-1882) à l'invention d'un des premiers thermomètres et baromètres enregistreurs; lors de son court passage à Lyon (1846), où il fut professeur à la Faculté des Sciences de l'Université, Briot présenta à ce sujet une courte note à la séance du 30 janvier de la Société agricole; il en résulte qu'il avait fait construire, par l'opticien G. Schmid, de Lyon, des appareils à cylindre enregistreur et à marche semi-journalière inscrivant à l'aide d'un siphon capillaire la température et la pression; dans l'enregistreur thermométrique, un flotteur dans le genre de celui du baromètre à cadran du XVIII<sup>e</sup> siècle transmet les variations de niveau et les amplifie de manière à donner un centimètre par degré. Les deux instruments ont fonctionné avec succès, comme Mme Ch. Briot, qui en avait eu la surveillance, pouvait encore le rappeler à M. Mascart en 1916.

L'éminent directeur de l'Observatoire de Lyon est conduit en nous citant ce détail oublié de la vie scientifique de Ch. Briot qui ne nous était jusqu'ici connu que comme mathématicien, à remettre en mémoire quelques précurseurs ignorés dans le domaine physico-météorologique. Ce sont le comte de Ons en Bray (1678-1754) qui crée un anémomètre enregistreur, à vingt-quatre crayons (un par heure — nous sommes loin des modèles actuels), comme en témoignent les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1734, et Newman-Oster, à Londres, qui, en 1843, réalise un anémomètre et pluviomètre enregistreurs. L. Lalanne aussi, en 1836, avait indiqué dans un mémoire présenté à l'Académie des applications possibles de l'enregistrement aux instruments météorologiques. E. L.

**La « Meteorologische Zeitschrift ».** — D'après une note parue dans la revue américaine *Science*, du 30 décembre 1921, le professeur V. Conrad, le nouveau secrétaire de l'*Australian Meteorological Society*, annonce que probablement la revue autrichienne, *Meteorologische Zeitschrift*, un des plus importants périodiques de la science météorologique, cessera bientôt de paraître faute de fonds.

**Un automne exceptionnel en 1921.** — Des fraises mûres furent cueillies hier dans le jardin Harrow. Des violettes sont en fleurs à Beckham et des châtaigniers fleurissent au Brockwell-Park. (Du journal *The Times*, 20 octobre 1921.)

**Les services météorologiques aux États-Unis.** — En Amérique, l'Etat et les particuliers sont généreux. On dote les établissements de recherches des installations les plus modernes. Aussi la météorologie y a-t-elle pris une extension et un développement considérables. Quoi d'étonnant, si on songe, par exemple, qu'il a été alloué au *Weather Bureau*, en 1920, un crédit de 1,880,200 dollars. L. V. A.

**Les Théories d'Aitken, la formation de la pluie et la rosée.** — La mort récente du savant physicien et météorologiste écossais nous rappelle l'époque où furent publiées les idées bien neuves qu'il émettait sur la formation de la pluie et la condensation provoquée par les poussières atmosphériques; elles étaient de nature à étonner les météorologistes. Lorsque notre collègue L. Mahillon vint nous les faire connaître, en 1882, à la réunion hebdomadaire de *Ciel et Terre*, en y mettant l'ardeur convaincante qu'il apportait à l'exposé de toutes les questions nouvelles et intéressantes pour la science, plusieurs des nôtres furent d'abord un peu incrédules; mais l'examen des méthodes expérimentales d'Aitken amena bien vite la conviction.

M. G.-C. Knott, le professeur et sismologue bien connu, de l'Université d'Edimbourg, consacre dans les *Proceedings de la R. S. of Edinburgh* (1920-21, p. 177 et s.) à son compatriote une « Obituary Notice » à laquelle nous ferons ici quelques emprunts; elle peint sous un jour des plus sympathiques l'homme privé en même temps qu'elle met en évidence les dons naturels du savant.

Aitken naquit à Falkirk en 1839 et est mort en 1919 à Edinburgh, laissant la plus grande partie de sa fortune aux pauvres de sa ville natale, à des œuvres de tempérance, le reste à la R. S. comme fonds pour la publication de ses travaux.

Ses études premières furent faites à Glasgow, comme ingénieur, et il doit beaucoup aux leçons de lord Kelvin qui y enseignait alors. Il était d'ailleurs né avec le génie de l'expérimentateur et sut dès sa première jeunesse créer de ses mains les appareils d'étude que concevait son esprit inventif pour vérifier ses conceptions; le tour, le chalumeau n'avaient pas de secrets pour lui. Sa santé ébranlée de bonne heure l'empêchait de songer à une vie active; ses goûts le portaient au travail de laboratoire et ses moyens de fortune le lui permettaient; ces circonstances valurent à la science physico-météorologique de précieuses conquêtes.

Aitken débuta en 1872 par un mémoire sur une modification personnelle de la théorie des trois couleurs de Young; puis s'attachant à l'étude des conditions d'ébullition des liquides et de condensation des vapeurs, il fut conduit à l'importante découverte à laquelle son nom restera sans doute attaché: le fait que la vapeur d'eau atmosphérique ne se condense en nuages que grâce à la présence de noyaux solides ou liquides, comme les poussières, invisibles même à l'œil, que renferme l'air. Plus une masse d'air est chargée de ces poussières en même temps que de vapeur d'eau, plus la condensation de cette vapeur se produit aisément par détente. L'appareil qu'il construisit pour mettre le fait en évidence expérimentale est aujourd'hui classique et il est même devenu entre ses mains un compteur scientifique de poussières et de nos jours un compteur d'ions entre les mains de Sir J.-J. Thomson.

Il est bien acquis aujourd'hui par les météorologistes que le refroidissement dû à

a détente ascensionnelle des masses d'air n'est pas suffisant pour provoquer la formation des nuages; il est absolument nécessaire de tenir compte de la présence des poussières atmosphériques. Quant à la cause efficiente réelle du phénomène, c'est Sir W. Thomson qui l'a fait connaître en montrant qu'on a affaire ici à un véritable phénomène capillaire, exerçant son influence sur la pression et la température de condensation en l'élevant.

L'étude de la pluie conduisit Aitken à celle de la rosée. Ses vues, ici encore, furent tout à fait nouvelles.

Aitken semble être le premier à avoir remarqué que la vapeur d'eau qui par sa condensation sur les parties les plus élevées des plantes provoque la rosée, peut provenir du sol et non de l'atmosphère. Cela se produit notamment sur un sol gazonné lorsque le rayonnement nocturne conduit à créer la température la plus basse non pas sur le sol lui-même, mais sur les parties les plus élevées de la végétation; dans ce cas, le sol plus chaud émet dans l'air de la vapeur qui se condense sur les végétaux. Une des expériences les plus caractéristiques faites par Aitken pour soutenir cette thèse était de montrer que dans ces conditions la partie concave d'une soucoupe renversée vers le sol recueillait beaucoup plus d'eau que la partie convexe. Le fait est généralement admis aujourd'hui par les météorologistes, parce qu'il paraît avoir été bien confirmé par de multiples recherches inspirées par les travaux d'Aitken.

Le givre, si proche par sa nature, de la rosée, a aussi été étudié par Aitken, qui a bien établi ses relations avec les conditions thermiques du sol et la présence du brouillard.

Enfin, il faut encore citer parmi les recherches d'ordre météorologique qui ont occupé la pensée d'Aitken jusqu'en ces dernières années, l'étude des meilleures conditions à adopter pour l'exposition des thermomètres destinés à donner la température de l'air. Il signala les défauts de l'abri-écran de Stevenson et préconisa d'autres dispositifs pour le remplacer, notamment dans les pays chauds.

Aitken a aussi émis sur la nature de la genèse des formations cycloniques et sur les actions mécaniques en jeu dans leur maintien, des idées bien personnelles; mais c'était là un sujet d'études moins approprié à ses dons qui étaient surtout ceux de l'expérimentateur et non du mathématicien. Comme on le sait, c'est dans la voie de l'aérodynamique scientifique que se portent de plus en plus les recherches relatives à la prévision du temps. Il suffit, pour s'en convaincre, de rappeler les travaux de J. Bjerknes.

La modestie scientifique de J. Aitken, nous dit M. Knott, était extrême; il ne consentit jamais à accepter même le simple office de président ou de vice-président dans les Sociétés scientifiques dont il était un des membres les plus honorés et les plus éminents. Sa vie se passa dans le calme et la méditation du sage et pour le bien scientifique de ses frères en humanité.

E. L.

*Bibliographie dans « Ciel et Terre »* : I<sup>re</sup> année, 1880, p. 157; VII<sup>e</sup> année, 1886-87, p. 215; X<sup>e</sup> année, 1890-1900, p. 167; XII<sup>e</sup> année, 1891-92, p. 333 et 553; XIII<sup>e</sup> année, 1892-93, p. 38.

**Les « After-Shocks » et la loi d'Omori.** — Un tremblement de terre violent est invariablement suivi par un grand nombre de secousses plus faibles dont le nombre, quelle que soit l'unité de temps choisie, va constamment en dimi-

nuant; ce phénomène avait depuis longtemps, dans toutes les régions sismiques du globe, frappé l'attention, mais il était réservé au professeur Omori de le soumettre, dès 1894, à un examen approfondi. Il étudia à ce sujet tout d'abord les tremblements de terre destructeurs de Kumamoto (1889), de Mino-Owari (1891) et de Kayoshima (1893) (1). En 1900, il revint à la même étude à propos du tremblement de terre d'Hokkaido (2).

Dans tous ces cas, il trouva que la loi de décroissance peut se représenter avec une grande précision par la formule hyperbolique :

$$y = \frac{K}{h + x}$$

$x$  représente le temps écoulé évalué suivant les cas en unités variées, jour, semaine ou année et  $y$  le nombre de chocs ressentis pendant chaque unité. Les deux nombres  $K$  et  $h$  sont des constantes que l'on détermine par la loi des moindres carrés.

Pour bien faire comprendre cette formule, nous allons préciser. Prenons, par exemple, le sisme d'Hokkaido. La secousse principale s'est produite le 22 mars 1894, à 7 h. 56 m. (temps local). A Nemuro, à 120 kilomètres de l'épicentre, on a noté tous les chocs ressentis; dans cette région essentiellement sismique ils peuvent provenir de plusieurs sources; mais, évidemment, dans les premiers jours qui ont suivi la grande secousse, la grande majorité pouvait être considérée comme des *after-shocks* du sisme du 22 mars. L'unité choisie est le jour et le premier a pris origine le 23 à midi. La quantité  $y$  est le nombre de chocs ressentis respectivement du 23 au 24, du 24 au 25, du 25 au 26, etc.

Omori a trouvé ainsi :

$$y = \frac{79.9}{x + 0,8896}$$

Cette formule représente fort bien les observations. On voit qu'elle représente une hyperbole; l'axe des  $x$  est une des asymptotes et la seconde coïncide à peu près avec l'axe des  $y$  et lui est parallèle. Si l'on prend comme unité une période plus longue, un mois par exemple, on constate que les observations prolongées sur plusieurs années satisfont bien à la formule avec de légères fluctuations oscillantes.

Cette courbe hyperbolique rappelle d'une manière remarquable celle de la décroissance des intensités du courant oscillant d'un circuit à self-induction et à résistance. Les conditions mécaniques du rétablissement de l'équilibre des masses terrestres disloquées brusquement par la secousse principale semblent devoir obéir à des lois du même genre.

Les résultats obtenus par Omori au Japon ont été fortement contestés, surtout par les observateurs italiens qui ont voulu appliquer sa formule générale à des cas particuliers. Il en est ainsi de A. Cavaşino (Rome) à propos du tremblement de terre de Ligurie (1887), de Maccioni en ce qui concerne celui de Sienne (1900), de

(1) OMORI, F., « On the after-shocks of Earthquakes », *Journal of the College of Science Imperial University, Japan*, t. VII, 1894.

(2) OMORI, F., *Note on the after-shocks of the Hokkaido Earthquake*, mars 1894. — *Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign languages*, 1900, N. 4.



A. Ricco pour le tremblement de terre de Calabre (1904) (1). M. le Dr Agamennone de son côté, à propos du tremblement de terre de Messine, a émis des critiques du même genre, en appelant l'attention sur le fait que le facteur intensité a été laissé de côté dans ces études des « after-shocks ». Je dois avouer même que cette critique ne me semble en rien atteindre les résultats d'Omori, dans l'hypothèse où les « after-shocks » ont été soigneusement triés, dirai-je, par l'observateur. Enfin, M. A. Cavasino (Rome) est revenu encore sur la question en 1915 et pense avoir montré d'une manière plus certaine qu'en 1911, à propos du sisme de Ligurie, l'inexactitude de la formule d'Omori qu'il a appliquée cette fois au tremblement de terre de la vallée de la Marsica, un des plus désastreux que l'Italie ait eu à subir dans ces dernières années. Nous en avons longuement parlé à propos des travaux de M. Agamennone (2). M. Cavasino a utilisé les données de la station sismique de l'Institut royal météorologique de Rome, à partir du jour du sisme à 9 heures, le premier choc ayant eu lieu à 7 h. 53 m. Il a donc suivi un procédé observé par Omori pour les tremblements de terre japonais et pour les mêmes raisons : les « after-shocks » survenus pendant les premières heures ayant suivi le sisme principal sont noyés dans l'agitation des appareils enregistreurs, surtout dans le cas présent où la distance de l'épicentre n'était que d'une soixantaine de kilomètres.

La conclusion de M. Cavasino, cette fois encore, est que l'hyperbole ne répond pas, pour peu qu'on extrapole, aux données d'observation ; il trouve ici des écarts théoriques triples et quadruples des écarts observés.

Le problème des « after-shocks » et de la loi qui préside à leur production sont un des plus intéressants de la science sismologique ; il touche en effet immédiatement aux causes premières, encore si complètement obscures, des sismes. Il est bien certain que nous avons affaire ici à un problème de mécanique lié à l'élasticité des roches terrestres, développée sous l'action de pressions ou de torsions dont l'origine elle-même peut être de natures diverses. Sous l'action d'une pression croissante, par exemple, les masses internes sont soumises à des efforts qui tendent à les déformer et dont les effets varient avec leur composition et leur structure. Il arrive un moment où la limite de leur élasticité étant dépassée, il se produit des ruptures brusques suivant certaines surfaces de contact — c'est l'origine du sisme principal — mais, d'après lui les « after-shocks » doivent être attribués aux « résidus de compression » des roches ; en somme, c'est l'imperfection élastique des matériaux de la croûte terrestre qui semble bien être la base explicative de la succession des chocs après un sisme notable. Le professeur Kusakabe a cherché, dès 1903 (3), à aborder le problème dans le laboratoire et a étudié les phénomènes d'hystérésis mécanique de torsion et de flexion de différentes roches. Il en a déduit pour l'expression des résidus une formule d'où se tire aussi celle de la fréquence des répliques ; d'après Kusakabe, celle-ci dépend de deux termes, l'un hyperbolique et l'autre logarithmique, qui varient avec la durée de l'action initiale qui a provoqué le sisme principal.

(1) Voir au sujet de ces différents travaux, *Ciel et Terre*, 1912, p. 82.

(2) Voir les analyses des travaux de M. Agamennone, directeur de l'Observatoire de Rocca di Papa, *Ciel et Terre*, 1920, *passim*.

(3) KUSAKABE, « On the modulus of rigidity of rocks », *Earth q. be Inv. Committee*, n° 14, 1903 ; — *Journal of the College of Science*, t. XXI, n° 1, 1906.

Comme on le voit, il y a là des considérations qui sont de nature à expliquer les constatations faites par les sismologues italiens.

Voici, d'autre part, que M. Groblovitz (1), directeur de l'Observatoire géodynamique d'Ischia, nous envoie l'« annunzio bibliografico » d'un mémoire en publication sur les « Repliche nei periodi sismici ». Il y développera des idées nouvelles sur l'application même de la loi des moindres carrés à la recherche de la fréquence des « after-shocks ». Il annonce à ses futurs lecteurs que jusqu'ici et avec Omori tout d'abord, la méthode a été mal appliquée et que bien appliquée elle fait disparaître les écarts de la forme hyperbolique, signalés par ses confrères italiens

Nous y reviendrons en son temps.

E. L.

**L'Observatoire géodynamique de Rocca di Papa.** — Dans le Bulletin de décembre 1921, rendant compte des travaux de cet observatoire placé sous la direction de l'éminent sismologue M. Agamennone, nous rappelions avec ce savant les conditions défavorables de sa situation et la proposition de son déplacement appuyée par M. Cerulli. Dans une note présentée à l'Académie dei Lincei, en février dernier, M. Agamennone revient sur ce sujet (voir à la Bibliographie). Il y montre que l'observatoire est bâti sur un terrain absolument instable, mélange de laves et de couches de lapilli et de cendres qui forment le rebord du cratère éteint du Monte Cavo. M. Agamennone aurait pu y joindre la phrase par laquelle George Sand caractérise Rocca di Papa : « C'est un cône volcanique, couvert de maisons superposées jusqu'au faite. Les rues, à peu près verticales, finissent par des escaliers qui finissent eux-mêmes par des blocs de lave supportant une ruine difficile à aborder. Tout cela est vieux, déjeté et noir comme la lave d'où est sorti ce réceptacle de misère et de malpropreté. Mais tout cela est superbe pour un peintre. » L'Observatoire géodynamique est précisément placé sous le vieux castel dont parle la voyageuse française ; à quelques dizaines de mètres ont lieu sans cesse des éboulements de laves tout locaux qui ont cependant, vu leur proximité, une action sur les enregistreurs ; on peut dire d'ailleurs que l'assise entière de Rocca di Papa est constamment en mouvement, sous l'action de faibles tassements qui sont faciles à comprendre dans un sol de cette espèce. M. Agamennone cite quelques exemples d'éboulements de quelques centaines de mètres cubes dont les effets auraient pu être interprétés comme les résultats de notables sismes lointains — par la grandeur, bien entendu, des déplacements enregistrés. Il va d'ailleurs jusqu'à émettre l'hypothèse non impossible à ses yeux d'un affaissement complet du sommet de la colline volcanique ; comme d'un autre côté, les progrès de la sismologie nécessitent l'installation dans un observatoire géodynamique d'appareils enregistreurs très sensibles, on voit que le seul remède au problème, en ce qui concerne le principal établissement géodynamique du royaume d'Italie, est de songer sérieusement à son déplacement et à son transfert sur un sol plus stable.

E. L.

**Union géodésique et géophysique internationale.** — La première conférence générale de cette Union se réunira à Rome, le 2 mai prochain, sous la présidence de M. Ch. Lallemand. L'Observatoire royal y sera représenté par M. P. Stroobant, directeur du service astronomique, M. Jaumotte, directeur de

---

(1) G. GROBLOVITZ, « Annunzio bibliografico : Sulle repliche nei periodi sismici », *R. Oss. geodinamico Ischia*, Feb. 1922.

l'Institut royal météorologique, et M. Somville astronome, chargé du service sismologique.

Les sections de magnétisme et d'électricité atmosphérique, de sismologie et de vulcanologie ont, dès à présent, préparé chacune un ordre du jour de caractère général, sous la direction de M. Ch. Lallemand, qui a concentré les desiderata émanant des différents comités nationaux de recherches. Il serait peu intéressant de les reproduire ici, vu leur caractère trop général. Nous remarquons cependant, en ce qui concerne l'électricité atmosphérique et terrestre, l'ampleur du programme de recherches qui concorde bien avec les progrès expérimentaux de la science électrique. La section de sismologie aura le programme le plus ardu et le plus complet à remplir; on sait que l'Association internationale est morte et que sa station centrale de Strasbourg, œuvre allemande s'il en fût, est aujourd'hui entre les mains de la science française qui jusqu'aujourd'hui a peu créé dans le domaine sismologique, si l'on compare ses travaux à ceux des sismologues japonais, italiens, anglais ou russes. Une nouvelle Union internationale est à créer, mais rien dans l'ordre du jour déjà publié ne permet de prévoir les décisions qui seront prises et sous quelles formes elles se présenteront. Quant à la vulcanologie, elle se présente sous un jour encore plus nouveau. Une question proposée par les comités nationaux des Etats-Unis et d'Italie intéresse la Société belge d'Astronomie; elle propose la préparation d'un catalogue international de volcans actifs et de leurs éruptions, avec indication de leurs caractéristiques. Nous rappellerons l'œuvre si intéressante, *Les Volcans de la Terre*, que la mort d'Elisée Reclus a malheureusement interrompue, qui est restée inachevée; il l'avait entreprise à la suite d'études faites en commun avec un comité émané de notre société. La Société n'avait d'ailleurs jamais abandonné l'idée de la parfaire avec ses faibles moyens, quand les circonstances plus favorables le permettraient.

E. L.

**Littérature einsteinienne.** — Je ne veux parler que de la littérature de vulgarisation des théories de la Relativité en langue française, bien entendu; elle est considérable et digne de l'importance, de la grandeur synthétique des idées nouvelles et de la perturbation profonde qu'elles ont apportée dans nos esprits, en modifiant complètement et un peu brusquement les principes dynamiques et physiques fondamentaux qui ont servi de base à l'éducation scientifique des hommes d'aujourd'hui.

Il est d'ailleurs remarquable que les conceptions d'Einstein au sujet de la liaison fondamentale de l'espace et du temps et de la relativité de celui-ci au système de translation uniforme de l'observateur, aient trouvé de suite l'accueil le plus complet et le plus entier chez les physiciens; la théorie de la « Relativité restreinte » est, en effet, d'une logique parfaite; amenée naturellement par l'expérience, ce qui fait sa force, elle établit avec la plus entière rigueur et d'une manière qui satisfait entièrement l'esprit, les formules de transformation Einstein-Lorentz qui forment le pendant et le complément physique des vieilles équations du mouvement relatif simple que nous connaissons depuis Newton. Ces formules montrent nettement le temps relatif et sa mesure, sans que notre étonnement soit mis à trop rude épreuve. L'examen un peu réfléchi de la Relativité restreinte et de la manière dont elle est amenée, nous fait dire franchement : « Mais c'est évident, comment n'y avait-on pas encore songé ». Encore un peu et l'on laissera supposer qu'il n'y a guère grand mérite à l'avoir trouvée.

Tout cela est une des bonnes preuves que Einstein est dans le vrai, qu'il a fait faire à la science de la connaissance du monde un pas décisif, qu'il a ouvert des voies à jamais nouvelles et vers laquelle la pensée scientifique peut se lancer avec confiance.

Pour présenter au grand public les conceptions nouvelles, de nombreux penseurs se sont efforcés depuis la guerre de trouver les chemins les plus faciles et les plus favorables. Il me paraît d'ailleurs que, à mesure que le temps s'écoule, on trouve des exposés plus simples, plus clairs, plus compréhensifs, et ce que je disais plus haut rend la chose peu étonnante.

Les ouvrages consacrés à la relativité restreinte parus dans ces derniers temps et écrits pour la vulgarisation des idées nouvelles font usage du langage mathématique ou prétendent s'en passer entièrement ou en partie. A mon avis, d'ailleurs, il est impossible de faire *comprendre* le principe de la Relativité restreinte, qui est la base fondamentale du système, sans *établir* les formules Einstein-Lorentz; cet établissement mathématique est d'ailleurs abordable aisément par celui qui a reçu l'instruction moyenne du lycée ou de l'athénée. Tous les essais faits dans un ordre d'idées différent laissent « un trou » dans la suite des déductions logiques qui y mènent et cela pour l'excellente raison que des explications représentatives d'ordre mécanique fondées nécessairement sur nos anciens concepts du mouvement relatif ne peuvent faire saisir des faits expérimentaux qui renversent précisément cette mécanique ancienne.

C'est un reproche que je ferai, par exemple, à l'intéressant ouvrage que Charles Nordmann a consacré, avec son talent si connu d'exposition vulgarisatrice, aux travaux d'Einstein et intitulé *Einstein et l'Univers*, et dont la première partie est spécialement consacrée à la « Relativité restreinte ».

Il serait difficile d'exposer d'une manière plus aimable et plus suggestive par les images sans cesse invoquées, un sujet qui au premier abord paraît de nature à se refuser à toute vulgarisation pour le grand public. Nul n'a, comme M. Nordmann, ce talent si utile et si rare et tout ce qu'il écrit dans cet ordre d'idées mérite d'être lu et relu. Nous rappellerons aussi à cette occasion les articles qu'il a consacrés dans la *Revue des Deux mondes* (1) à la question de la *Relativité*, la part importante qu'il a prise en même temps que M. Langevin à la réception d'Albert Einstein, à Paris, par le Collège de France, sous les auspices de la fondation Michonis et les précieux comptes rendus qu'il en a donnés dans la même revue. On ne pourrait trop en recommander la lecture qui nous fait si bien connaître la personnalité d'Einstein. A part ces articles de Nordmann dans la *Revue des Deux mondes*, signalons aussi ceux qu'il a donnés à l'*Illustration* (2).

Le P. Th. Wulf, professeur à Fauquemont, a publié (deuxième édition, mars 1921) un exposé de la *Théorie de la Relativité d'Einstein* (3), consacré surtout aux bases formées par la relativité restreinte. Parmi tout ce que nous avons lu dans ce genre, c'est à son exposé que nous donnons la préférence. Il est essentiellement didactique, clair et précis, ce qui n'a rien d'étonnant pour qui connaît les travaux et les dons scientifiques du P. Th. Wulf, et abordable, au point de vue mathématique, par les algébristes des athénées. On y trouve simplifiée la démonstration *nécessaire* de la formule Einstein-Lorentz. L'opuscule de 90 pages environ est traduit par le P. H. Dopp du Collège Berckmans, à Louvain; je suppose que le texte primitif est néerlandais.

M. L.-G. DU PASQUIER (Neuchâtel) (4), bien connu dans le monde universitaire suisse par ses travaux sur les bases fondamentales des sciences mathématiques, sur la nature de l'espace, du temps, sur le développement de l'idée de nombre, vient de nous donner un livre

---

(1) CH. NORDMANN, « Sur l'espace et le temps suivant Einstein », *Revue des Deux Mondes*, 15 septembre 1921; « Einstein à Paris », *Id.*, 15 avril 1922; « Des vitesses réalisées dans la Nature », 15 mai 1922.

(2) 28 mai 1921; 1<sup>er</sup> avril, « Portrait d'Einstein »; 15 avril 1922.

(3) P. TH. WULF, *La théorie de la Relativité d'Einstein. Exposé élémentaire*. — Bruxelles, De Wit.

(4) L.-G. DU PASQUIER, *Le Principe de la Relativité et les Théories d'Einstein*. — Paris, Doin, 1922, 37 fig., 500 pages.

précieux sur l'exposé des Théories de la Relativité. Il est fait, cette fois, pour les mathématiciens — quand je dis les mathématiciens, je parle des ingénieurs-mathématiciens, donc pour la masse moyenne qui, bien entendu, a fait aussi les études de mécanique et de physique générale correspondantes. L'ouvrage est très aisé à lire pour le lecteur en question qui est initié aux tout derniers progrès des études relativistes, aux théories de Weyl et d'Eddington. L'auteur (c'est un détail) y présente de nombreux néologismes d'origine grecque pour exprimer les idées nouvelles exprimées primitivement en langue allemande; ils sont presque tous très heureux, par exemple les termes « ligne topochronique » pour ligne d'univers, « unité photique », « masse acinétiqne », etc.

Les leçons professées en 1921 et 1922 à l'Ecole polytechnique et au Museum d'Histoire naturel., par M. Jean Becquerel, et qui ont paru en 1922 sous le titre de : *Le Principe de relativité et la théorie de la gravitation* (1). Ces leçons sont à un niveau un peu élevé que l'ouvrage précédent dans le domaine mathématique, ce qui est naturellement très justifié par le monde des auditeurs auxquels M. Becquerel s'adresse. L'ouvrage n'a, d'ailleurs, aucun caractère particulier.

M. Gaston Moch, ancien élève de l'Ecole polytechnique, a publié sur les questions qui nous occupent ici deux volumes des plus intéressants et des plus utiles. Le second en date (2), se propose le même but que M. Charles Nordmann, mais est composé et écrit d'une manière toute différente; il est intéressant de voir comment deux esprits scientifiques peuvent ainsi traiter le même sujet de vulgarisation difficile — au grand agrément et plaisir du lecteur. M. Berget, dans sa préface, signale avec raison les « lumineuses expositions » de l'auteur, son grand sens scientifique, sa netteté et sa précision. D'ailleurs, quand nous lisons sur la page de garde les titres d'écrivains de l'auteur, qui nous le révèlent comme un artilleur de choix — ayant, avec fruit, servi son pays comme secrétaire de la Commission d'examen des Inventions — nous ne sommes plus étonnés (sans jeu de mots) qu'il ait si bien atteint le but précis qu'il poursuivait : « répondre avec fruit, dans le grand public au minimum de notions précises sur la théorie de la relativité ». Je signalerai les considérations intéressantes et si logiques que l'auteur émet sur la vitesse de la lumière considérée comme « vitesse limite ».

Le premier ouvrage de M. Moch se nomme : *La Relativité des Phénomènes*, s'adressait aux lecteurs pourvus d'une certaine culture générale, comportant les connaissances mathématiques et physiques du baccalauréat français (3).

L'esprit qui anime cet ouvrage est celui d'une sage réserve et d'une belle pondération scientifique; l'auteur s'est efforcé de bien montrer les sens exact des principes de la relativité restreinte sans se laisser entraîner sans motif et pour le plaisir d'étonner le lecteur, j'allais dire le « bourgeois » par la recherche de bizarreries voulues et inutiles; il montre à cet égard l'esprit critique le plus sage et le plus précis pour réfréner les « outranciers » du relativisme; à lire notamment avec grand intérêt ce qu'il dit des géométries non euclidiennes.

Le style de M. Moch est aussi clair que ses idées, et sans effaroucher personne, on peut dire que ses livres se lisent comme des « romans », sans être des œuvres d'imagination.

M. E.-M. Lémery a donné (4) à la Faculté des Sciences de Marseille, en 1915 et en 1920,

---

(1) Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>, 1922. — Un vol., 330 pages.

(2) G. MOCH, *Initiation aux théories d'Einstein*, avec préface de A. BERGET. — Bibliothèque Larousse, Paris, un vol. 150 pages, 1922.

(3) G. MOCH, *La Relativité des phénomènes*. — Bibl. de phil. scient. — Paris, Flammarion, avec 21 fig., un vol. 350 pages, avec bibliographie einsteinienne intéressante.

(4) E.-M. LÉMERAY, *Le Principe de la relativité (Physique mathématique)*. — Cours libre professé à la Faculté des Sciences de Marseille, 1915. — Une brochure. Actualité scient., chez G. V., 1920; — IDEM., *Leçons élémentaires sur la gravitation (Physique mathématique)*. — Cours libre professé à la Faculté des Sciences de Marseille, 1920. — Une brochure. Actualité scient., chez G. V., 1922; — IDEM., *L'Ether actuel et ses précurseurs (simple récit)*, préface de L. LECORNU, G. V., 1922.

deux séries de leçons sur le principe de la Relativité et la Gravitation, qu'il a réunies en deux petits volumes, publiés chez Gauthier-Villars; ces ouvrages sont d'heureuses contributions à l'extension des théories einsteiniennes. Bien entendu, la mathématique ici est largement utilisée ou plutôt est la maîtresse du terrain, dans le second ouvrage, en particulier; cependant, l'auteur est resté dans le domaine de la relativité restreinte, de sorte qu'il n'y est pas question de l'emploi du calcul différentiel absolu. Pour établir les équations des orbites et de la marche du rayon lumineux dans le champ statitique de la gravitation solaire, il emploie la méthode si élégante de Lagrange et le principe d'Hamilton qui conduisent si simplement et si directement au but proposé.

M. Lemeray a aussi publié une brochure très intéressante sur l'histoire de l'Ether, à la laquelle M. Lecornu a donné une préface; l'auteur base sur les principes nouveaux la conviction qu'il doit disparaître de notre horizon physique. L'auteur de la préface ne partage pas cette manière de voir. La chose est piquante et nous donne un bel exemple de tolérance scientifique.

Le professeur Gustave Mie (Halle) a publié en 1921, dans la *Deutsche Rundschau*, des articles de vulgarisation des théories einsteiniennes; elles ont été reprises par lui en une brochure que M. J. Rossignol vient de traduire en langue française (1). La préface de M. Mie nous dit : « Les pages suivantes s'adressent à un public étendu chez qui elles ne supposent aucune connaissance des mathématiques supérieures, ce qui, néanmoins, ne diminue en rien leur précision et leur clarté... ». C'est là un avis que je ne partage guère et j'en fais juge les lecteurs auxquels, avec impartialité, je conseille la lecture de la brochure de M. Mie.

Voici maintenant un petit livre, signé par le général Vouillemin et intitulé : *Introduction à la théorie d'Einstein (Exposé philosophique élémentaire)*, Paris, Albin Michel. L'auteur s'est proposé de faire comprendre au public non mathématicien, l'essence des principes relativistes en faisant l'historique des idées fondamentales ayant, depuis Copernic, présidé au développement de la mécanique, de l'astronomie et de la physique. Il s'est attaché à bien préciser que le relativisme est le caractère des *procédés de mesure* des grandeurs espace et temps corrélatifs du choix des unités et de la situation des observateurs. Il étudie ce problème mécanique et ensuite le problème optique, en montrant comment la relativité des mesures satisfait à l'invariance des lois de la nature constatée par les observateurs différents; il a pris surtout pour texte de son argumentation, la relativité restreinte. Cet exposé philosophique que l'auteur présente comme une introduction à la Théorie d'Einstein, nous paraît plutôt comme l'expression de la quintessence du sujet qu'on ne peut bien apprécier qu'après en être déjà maître. C'est, d'ailleurs, le cas de l'auteur qui dit l'avoir écrit après avoir suivi les leçons de Langevin et s'être nourri de toute la littérature importante d'Einstein lui-même, de Weyl, d'Eddington, etc...

Je n'ai pas fini mon recensement rapide de la littérature einsteinienne de langue française et vulgarisatrice; mais il faut savoir se borner et nos lecteurs ont déjà de quoi choisir. Je citerai, cependant encore quelques publications de caractère plus restreint que les précédentes et qui sont intéressantes par différents côtés. Tout d'abord, deux conférences de M. Léon Bloch données à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes ont été résumées par lui en une brochure intitulée : *Le Principe de la Relativité et la Théorie d'Einstein*, qu'a publiée la librairie Gauthier-Villars; la première est consacrée à un exposé très bien fait de la relativité restreinte, la seconde, presque entièrement à la représentation de Minkowski et à quelques mots sur la relativité généralisée.

M. Marcelin Dubroca a publié une « Ebauche d'un complément de la cinématique newtonienne et sa comparaison avec la théorie einsteinienne », intitulée : *Au sujet de la Théorie*

---

(1) G. MIE, *La Théorie einsteinienne de la gravitation*, traduit par J. ROSSIGNOL. — Paris, Hermann, 1922, une brochure de 115 pages.

de la *Relativité restreinte*. Il laisse volontairement de côté le principe fondamental auquel conduit l'expérience de Michelson et conserve la notion du temps absolu dans tous les systèmes en translation. Il arrive naturellement, dans ces conditions, à des conséquences bien différentes de celles de la Relativité en ce qui concerne la mesure des longueurs ; numériquement elles consistent en une première approximation de la formule d'Einstein-Lorentz ; la régl. qui s'éloigne de l'observateur est plus courte et celle qui s'approche est plus longue, etc. J'avoue bien franchement ne pas avoir saisi où l'auteur veut en venir. Il se garde d'ailleurs bien d'aborder avec ces prémisses les problèmes d'optique, comme l'aberration par exemple ou l'expérience de Fizeau.

M. Paul Dupont, qui n'est pas notre aimable secrétaire administratif, mais un collaborateur de la *Revue philosophique française*, nous donne aussi une brochure intitulée : *La Notion du Temps*, d'après Einstein (1). M. Paul Dupont reconnaît entièrement la complète logique de la Relativité restreinte, mais s'appuie sur les critiques de M. E. Guillaume (Genève), pour prétendre que, en conservant le temps absolu, il serait possible d'obtenir des formules de transformation autres satisfaisant aux expériences de Michelson. C'est à défendre, en somme, M. E. Guillaume, que son opuscule est consacré. Nous pensons qu'après les séances de discussion einsteiniennes qui se sont tenues à Paris, en présence d'Einstein lui-même, et dans lesquelles l'opinion de M. Guillaume n'a reçu aucune approbation, loin de là, nous n'avons plus rien à ajouter à ceci.

Je terminerai par un petit opuscule dont je ne citerai que le titre : *Le beau, le mauvais temps et la relativité*, par P. Drosne (Paris, Doin, 1922, une brochure in-16° de 68 pages), qui m'a coûté 3 fr. 50. Je demande l'avis de M. Jaumotte, directeur de notre Institut royal météorologique, car je n'y ai rien compris. E. L.

---

## Bibliographie

PHILIPPOT, DELPORTE et MOREAU, astronomes à l'Observatoire de Belgique. — Positions moyennes pour 1914 d'étoiles de comparaison de la comète 1913 *f* (Delavan), d'après les observations effectuées au cercle méridien. (Extrait des *Annales de l'Observatoire royal de Belgique*, Bruxelles, 1922.)

M. Van Biesbroeck, notre distingué collègue de la Société Belge d'Astronomie, qui était précédemment astronome à l'Observatoire d'Uccle et qui est actuellement attaché à celui de Yerkes (États-Unis d'Amérique), a entrepris le calcul de l'orbite définitive de la comète 1913 *f*, découverte par l'astronome Delavan à l'Observatoire de La Plata le 17 décembre 1913 (la lettre *f*, sixième lettre de l'alphabet, indique que c'est la sixième comète découverte la dite année). Elle a pu être observée pendant une période de un an et demi ; la dernière observation, obtenue à l'Observatoire du Cap par suite de sa latitude favorable, a été faite le 10 juin 1915.

Les premières orbites calculées donnaient des positions assez différentes de celles déduites des observations, ce qui laissait supposer que cette comète rentrait dans un cas spécial.

Les éléments déduits par M. Van Biesbroeck d'un ensemble d'observations portant sur plus d'un an, sont des éléments hyperboliques, rendant compte d'une façon presque parfaite de toutes les observations de l'astre échelonnées sur cette longue période. Vu le grand nombre de positions obtenues et l'intérêt que présente

---

(1) Paris, chez Alcan, 54 pages in-16.

le genre d'orbite calculée, M. Van Biesbroeck a décidé de reprendre à nouveau tous les calculs, en faisant intervenir cette fois l'entière des observations, un certain nombre de celles-ci n'ayant été publiées qu'avec un retard assez long par les différents observatoires.

Ce travail, pour être fait dans les meilleures conditions, nécessitait la réobservation de toutes les étoiles ayant servi de comparaison pour déterminer la position de la comète, de manière à établir les calculs sur les données absolument précises, exemptes des petites erreurs inhérentes au transfert de positions anciennes prises dans un catalogue et ramenées à la date de l'observation. MM. Philippot, Delporte et Moreau, astronomes à l'Observatoire d'Uccle, se sont attelés à cette tâche pour l'hémisphère Nord, tandis que l'Observatoire de la Plata s'est chargé des étoiles de déclinaison trop australe pour Uccle (hémisphère Sud). Un certain nombre d'étoiles visibles, en même temps dans les deux établissements, ont été observées par ceux-ci pour servir de points de liaison entre les deux séries d'observations.

Le programme d'Uccle comportait la détermination de 317 étoiles, dont un millier d'observations ont été obtenues, soit en moyenne 3,2 observations par étoile.

C'est donc un travail déjà très important dont les dévoués astronomes d'Uccle se sont acquittés à leur honneur et avec un soin réellement remarquable. La précision des résultats est telle que l'erreur probable d'une position n'est que de *un centième de seconde de temps, en ascension droite, et de dix-huit centièmes de seconde d'arc pour la déclinaison.*

MM. Philippot, Delporte et Moreau méritent tous les éloges pour la manière si distinguée dont ils se sont acquittés de la tâche qu'ils ont bien voulu assumer. Il n'est pas douteux que leurs données seront de la plus grande utilité pour M. Van Biesbroeck, et que celui-ci, avec la persévérance intelligente que nous lui connaissons, en tirera toutes les déductions utiles pour la science astronomique. A. B.

H. PHILIPPOT, astronome. — *L'usage des coordonnées galactiques.* — Extrait de *l'Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique*, pour 1923.

Parmi les questions mises à l'ordre du jour du Congrès de Rome (Réunion triennale de l'Union astronomique) figurait, pour la Commission de l'astronomie méridienne, celle de l'adoption éventuelle des coordonnées galactiques pour l'établissement des catalogues d'étoiles. Cette question a été examinée par M. Innes dans les circulaires de l'Union Observatory (Johannesburg).

M. Philippot, astronome à la tête du service méridien de l'Observatoire d'Uccle, et membre de la dite Commission de l'astronomie méridienne, a repris la question en détail avec de nombreux exemples numériques, en vue de défendre à Rome la thèse de l'adoption des coordonnées galactiques.

Les catalogues de précision d'étoiles, existant à ce jour, résultent principalement d'observations méridiennes et l'on se sert pour leur confection des coordonnées équatoriales. Or, ce système de coordonnées a le tort de reposer sur la considération d'un plan de référence variable dans le temps, l'équateur, pour la mesure de déclinaisons, et d'une origine elle-même variable sur l'équateur, l'équinoxe, pour point de départ du comptage de l'ascension droite.

Les observations portant sur plusieurs années doivent être ramenées à des éléments de référence valables pour un instant déterminé que l'on choisit dans le voisinage de la date des observations, soit début, soit milieu, soit fin du cycle, mais toujours pour le début d'une année.



Les changements de position subis par les repères ne sont pas inhérents aux étoiles, mais bien aux mouvements de rotation et de translation de la terre. Il en résulte que les déplacements en question ont pour conséquence de faire varier de quantités considérables les valeurs des coordonnées des astres qui n'ont l'un par rapport à l'autre que des mouvements relatifs faibles.

L'emploi de la photographie en astronomie permet d'obtenir les positions simultanées d'un nombre incomparablement plus grand d'étoiles que la méthode des observations méridiennes, et les positions obtenues par les mesures des plaques soutiennent avec succès la comparaison au point de vue de la précision. Les nouveaux catalogues qui en résulteront comprendront des millions d'astres. Il est donc de bonne économie et de toute logique d'employer pour leur établissement un système tel que les éléments de référence puissent être considérés comme fixes.

L'utilisation du plan galactique répond à ce desideratum. Sa position est suffisamment bien connue et l'erreur de cette position, très petite en tous cas, pourrait toujours être appliquée après coup comme constante aux catalogues dont elle serait la base. Comme origine des longitudes galactiques, il serait avantageux et aisé de prendre le point du cercle galactique qui annule pour l'époque actuelle la longitude de l'apex solaire, quantité suffisamment bien connue également. Les catalogues nouveaux établis sur ces données pourraient servir inchangés pendant plusieurs siècles et, de plus, la comparaison des positions observées avec celles cataloguées renseignerait immédiatement sur la grandeur des mouvements propres des étoiles. Quant aux catalogues existants, certains de ceux-ci, basés sur les éléments variables (équateurs et équinoxes) d'une année déjà lointaine, devront, si l'on continue à employer ces mêmes éléments, être ramenés prochainement par des calculs longs et laborieux, à une époque plus récente, besogne à renouveler périodiquement au fur et à mesure que l'on s'avancera dans le temps. L'établissement, pour l'époque actuelle d'une position d'étoile, en partant des données de ces anciens catalogues, est très fastidieux si l'on veut atteindre la précision requise aujourd'hui. Il semble donc logique, dans le calcul destiné à mettre à jour les anciens catalogues, d'employer les bases qui rendent le résultat plus immédiat et définitif.

L'utilisation des coordonnées galactiques offrent des avantages certains et si les coordonnées ordinaires équatoriales restent nécessaires pour les observations, il est facile d'établir des tables permettant de passer des positions galactiques aux positions équatoriales avec la précision suffisante pour les besoins de l'observation.

M. Philippot a dressé, pour illustrer son exposé, trois cartes donnant l'aspect des constellations sur les hémisphères et la zone galactiques. Les étoiles nécessaires pour retrouver les alignements coutumiers ont été seules représentées. E. D.

GRABLOVITZ, GIULIO. — *Lulle Eclissi solari del 1922*. — Estr. dei Rendiconti del R. Istituto lombardo di Scienze e Lettere, 26 gennaio 1922. [Sur les Eclipses solaires de 1922. Extrait des *Comptes rendus de l'Institut lombard des Sciences et des Lettres*, 26 janvier 1922.]

M. Grablovitz, directeur de l'Observatoire géodynamique d'Ischia, après avoir dans cette brochure donné les indications générales que l'on trouvera aussi dans nos éphémérides, sur les deux éclipses solaires de 1922, du 28 mars et du 21 septembre, y ajoute de nombreux renseignements sur les aspects que présenteront les phénomènes dans de multiples localités appartenant soit au territoire italien, soit à ses colonies.

En ce qui concerne l'éclipse du 28 mars, partielle en Italie, il en donne la grandeur en millième du diamètre solaire, puis les heures du premier et du dernier contact à la minute près. Mais ce qui fait l'intérêt spécial de ce mémoire, c'est que l'auteur y reproduit des formules semblables à celles qu'il a proposées dès 1882, à l'occasion de l'éclipse solaire du 17 mai, pour le calcul rapide et approché des instants du premier contact de la phase maxima et du dernier contact, les variables étant la latitude et la longitude. Ces formules sont basées sur les mêmes valeurs calculées directement pour neuf points situés dans la région délimitée à laquelle les formules s'appliquent et qui s'étend de 47° à 37° de latitude de K. pour 7°5 à 17°5 de longitude Gr.

Elles permettent d'ailleurs une large extrapolation, si l'on en juge par la comparaison des valeurs en question pour Uccle que donne l'auteur et qui donne à sa formule une erreur de 0.5 minute pour le temps du premier contact.

L'éclipse du 21 septembre sera comme celle du 28 mars relativement peu intéressante en Italie, mais dans la région africaine des Somalis, on pourra y observer, sur une bande de 200 kilomètres, une phase maxima qui atteindra plus des 0,9 soit presque la totalité; le phénomène s'y produira malheureusement seulement quelques minutes après le lever du soleil, notamment à Obbia; puis le cône d'ombre s'engagera sur l'océan Indien dans une course rapide vers l'Australie.

E. L.

AGAMENNONE, GIOVANNI. — *I pseudo Terremoti nel Vulcano Laziale. Rendi conti della R. Accad. naz. dei Lincei; seduta del 5 febbraio 1922.* [Les pseudo tremblements de terre du volcan du Latium. Académie des Lincei, 5 février 1922.] (Voir aux Notes.)

AGAMENNONE, GIOVANNI. — *Il terremoto di Castel Romano (Roma) del 12 febbraio 1919.* [Le tremblement de terre de Castel Romano, du 12 février 1919.] — Publ. de l'Observatoire de Rocca di Papa.

Ce très léger tremblement de terre a fait l'objet d'une étude toute personnelle de l'auteur, les renseignements qui avaient pu être fournis par l'Ufficio Centrale étant tout à fait insuffisants pour en fixer l'épicentre. M. Agamennone, à la suite de ses investigations, a cru pouvoir le fixer non loin de la source sulfureuse de la Zolforata, à peu près à la limite des tufs volcaniques des volcans de la région nord et du quaternaire du littoral. Il a même pu en dresser une carte isoséiste à cinq degrés, la dernière de ces courbes passant par Rome. Malgré le peu d'importance effective de ce sisme qui semble avoir été de caractère tectonique, M. Agamennone a pu montrer, grâce à ses recherches persévérantes, qu'il avait un tout autre caractère que celui qu'on avait soupçonné en en plaçant l'épicentre dans la région volcanique éteinte du Monte Cavo.

E. L.

VIENT DE PARAÎTRE

---

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme au point de vue de la prévision du temps.

---

2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins

---

par *Hubert TSCHUSCHNER*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant tous les renseignements élémentaires pour la prévision du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,  
107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



**ANCIENNE MAISON  
S. GECELE**

**D. AVANZO**

Successeur

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

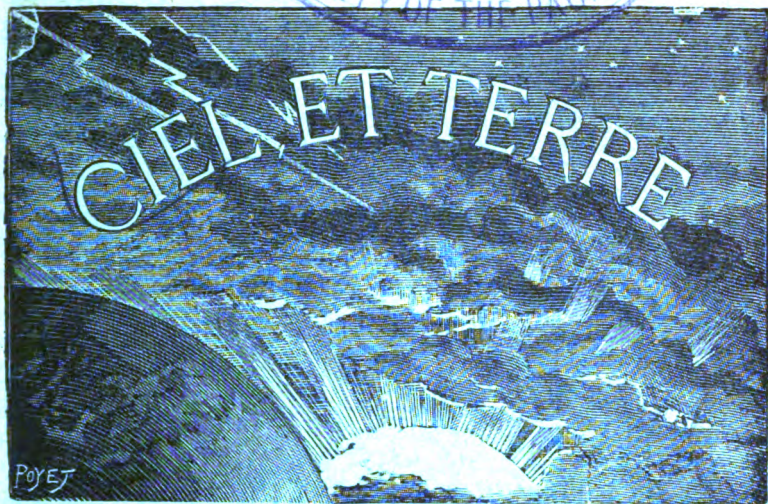
Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**

*pour amateurs et professionnels*

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**



BULLETIN  
DE LA  
*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES  
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>La taille des miroirs de télescopes à portée de l'amateur</i> (suite et fin), par Paul Vincart.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 243   |
| <i>Les nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 269   |
| <i>L'étoile variable d Cygni</i> , par F. Henroteau.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 275   |
| <i>Le sismographe inversi « Berchmans » de la Station sismologique de Cartuja (Grenade)</i> , par Manuel Maria S. Navarro, S. J.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 277   |
| <i>Le traité « De proportionalitate motuum et magnitudinum » serait-il dû à un Belge</i> , par L. Godeaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 281   |
| <i>Biographies. (Silhouettes d'astronomes contemporains)</i> (suite), par A. Collard.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 283   |
| <i>Notes : La Société astronomique de Nottingham. — L'Observatoire d'Arcetri, Florence, Italie, par L. V. A. — La lumière zodiacale. — Union géodésique et géophysique internationale. Section de vulcanologie. — Institut géophysique de Lwow (Lemberg). — L'observatoire Ximénien de Florence. — Les Seiches des lacs écossais. — L'Éclipse solaire totale du 21 septembre 1922, la déviation des rayons stellaires et la théorie einsteinienne, par E. L. — Altitude maxima atteinte en aéroplane.</i> | 288   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 294   |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.**

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

## LA TAILLE DES MIROIRS DE TÉLESCOPES A PORTÉE DE L'AMATEUR.

*Suite (1).*

### Ébrutage.

La balle étant en place, éparpillons sur surface la valeur d'un dé à coudre de grains d'émeri. Ajoutons-y 6 à 10 centimètres cubes d'eau. Déposons le miroir sur l'émeri, et tout en circulant continuellement autour du tonneau, opérons de longues frictions diamétrales sur la balle, et ce, de façon à produire une vingtaine de frictions pendant que nous-même accomplissons une révolution complète autour de notre établi.

Au début, un bruit très caractéristique nous indique que l'émeri attaque ferme les deux blocs. Le miroir glisse alors aisément sur les grains. Bientôt le bruit s'atténue et la friction devient moins facile.

C'est le moment d'enlever le miroir et de renouveler la portion d'abrasif. Il est de bonne pratique de laver miroir et balle avant chaque nouvelle ajoute de grains.

Les matières abrasives sont d'autant plus actives, que leurs grains sont de volumes égaux. Si nous ne prenons pas chaque fois la précaution indiquée d'enlever l'émeri usé, la quantité totale que nous devrons employer sera considérablement augmentée.

Continuons l'exercice pendant une couple d'heures, puis examinons les changements qui se sont produits sur les deux surfaces.

Si les frictions transversales que nous avons opérées ont été suffisamment iongues, nous pourrons constater que la balle est devenue légèrement convexe pendant que le miroir se creusait.

Il peut paraître étrange au premier abord, que de deux surfaces planes que l'on roule l'une contre l'autre, l'une devient convexe et l'autre concave.

Ce phénomène se comprend aisément, si l'on tient compte du fait que, les deux pièces étant horizontales, au moment où la pièce supérieure est au bout de sa course et dans les environs de ce point, elle a son centre au-dessus du bord de la pièce inférieure. Ces deux

---

(1) **Erratum.** — Par suite d'une erreur de mise en pages, la partie ci-après du travail *La taille des miroirs de télescopes à portée de l'amateur*, n'a pas été publiée. Elle fait suite à la page 132 du bulletin d'avril dernier et doit donc être intercalée avant le texte paru dans le bulletin de mai-juillet.

parties, bord de la balle et centre du miroir, doivent donc s'user plus vite que le restant des surfaces.

Je dis « plus fort », parce que pendant tout le restant du processus, les autres parties des surfaces s'usent aussi.

Elles s'usent tellement bien, que cette méthode m'a pris des mois à plusieurs heures par jour, pour amener à sa courbe mon premier miroir qui n'avait que 15 centimètres de diamètre.

Voici comment j'ai amélioré le procédé :

Partant de ce principe, que pour user en son centre un bloc de glace en le traitant de la manière ci-dessus exposée, on perd un temps considérable à user simultanément la partie médiane et le bord, et réciproquement pour la balle, la partie médiane et le centre, j'ai songé à faire un modèle creux pour la balle et convexe pour le miroir, que j'aurais fait couler en fonte. Mais j'ai abandonné l'idée parce que j'ai craint que ces rodoirs en fonte ne soient trop déformés avant d'avoir atteint leur but. J'ai alors songé à remplacer la fonte de ma première idée par le plomb. Ce métal étant malléable à souhait, me permettait de lui faire subir toutes les déformations désirables. Le succès a dépassé les prévisions. Quelques coups de maillet appliqué à bon escient à un disque en plomb le rendent concave ou convexe, et cela à la profondeur de courbure désirée, et vous procurent un outil de choix pour attaquer à volonté soit le miroir en son centre, soit la balle à sa périphérie.

Pratiquement, voici comment j'ai procédé pour construire l'outil en plomb. J'ai pris un tube à gaz de un quart de pouce, d'une longueur de 15 centimètres.

J'ai brasé à quelques millimètres du bout de ce tube une plaquette carrée de cuivre rouge de 4 millimètres d'épaisseur et de 60 millimètres de côté.

J'ai étamé le cuivre, puis placé le dispositif debout au centre d'un disque en bois légèrement plus grand que la balle, et sur le pourtour duquel j'avais fixé au moyen de punaises une bandelette de bristol qui dépassait le plat supérieur du disque d'une douzaine de millimètres.

J'ai alors versé dans le réservoir formé du plomb fondu, à une épaisseur de 7 à 8 millimètres, en dirigeant le jet sur la plaquette étamée pour y faire adhérer le plomb.

Il ne me restait plus qu'à marteler, après refroidissement, cet outil en plomb pour avoir le rodoir désiré.

Comme manche à cet outil j'ai choisi un tube à gaz, parce que



celui-ci me permettait de le surmonter d'un petit entonnoir, par lequel je versais les ajoutes d'émeri et d'eau.

La consistance du plomb est on ne peut plus favorable à l'incrustation de l'émeri et, partant, à exalter ses propriétés abrasives.

Quand le miroir et la balle ont été attaqués suffisamment au moyen de l'outil en plomb, et que le gabarit indique que la courbure approche de la valeur désirée, l'outil est mis de côté et le miroir est frotté sur la balle par un mouvement très régulier de va-et-vient comme je l'ai expliqué précédemment.

Quand les deux surfaces, celle de la balle et celle du miroir s'épousent parfaitement, elles se présentent comme un verre grossièrement dépoli, mais *de grains uniformes, du centre à la périphérie*.

C'est le moment de procéder à

### **l'Adoucissage.**

Cette période de travail se commence en remplaçant l'émeri à gros grain, par de l'émeri plus fin, provenant de la boue trouvée dans le bac circulaire en zinc.

On continue les frictions du miroir sur la balle, en ne dépassant pas comme longueur de friction le tiers de diamètre du miroir. La longueur de la friction devient, à partir de l'adoucissage, extrêmement importante, pour deux raisons : 1<sup>o</sup> conserver la profondeur de courbure obtenue ; 2<sup>o</sup> donner à cette courbure une figure rigoureusement sphérique qui devra être conservée jusqu'à polissage à fond.

J'ai dit plus haut que, pour augmenter la profondeur de courbure, il fallait opérer des frictions aussi longues que possible sans, bien entendu, dépasser pour cette longueur le diamètre du miroir. Une friction plus longue ferait basculer la pièce et risquerait de l'endommager.

Les frictions longues, tout en raccourcissant le rayon de courbure, donnent une figure hyperbolique. Il est donc indispensable de ramener la longueur de friction à un tiers du D du M pour ramener la figure du miroir ébruté de l'hyperbole à la sphère, tout en l'adoucissant.

La raison de ceci sera expliquée en détail quand nous arriverons au chapitre de la parabolisation.

L'adoucissage est continué jusqu'à ce que la surface très rugueuse et à gros grains soit devenue d'un beau mat à grains fins. On procède ensuite au fin rodage proprement dit, au moyen d'émeri lévigé.

On fait usage, à chaque nouvel apport d'émeri, d'une quantité de

cette matière beaucoup plus petite que celle qu'on ajoutait précédemment et on la broie jusqu'à usure complète.

La quantité de poudre d'émeri à ajouter est très difficile à préciser; l'usage la fera vite connaître. Cette quantité diminue aussi avec la grosseur du grain. Quand le travail est bien mené, chaque numéro ne doit être employé que trois fois.

On peut très bien se rendre compte du moment où il serait inutile de continuer l'emploi du même numéro de matière abrasive.

En examinant à la loupe la surface du miroir, le grain du dépoli se présente avec uniformité, c'est-à-dire que, si on porte son attention sur les petits trous, on n'en découvrira *aucun* de dimension plus grande que ses voisins.

Un seul trou plus grand que les autres indiquerait formellement la continuation du même numéro d'émeri, et si après le troisième ou au maximum le quatrième nouvel apport la situation persistait, il faudrait en chercher la cause soit dans la quantité trop petite du nouvel émeri, soit dans sa mauvaise préparation. Dans ce dernier cas ce serait la présence de grains trop gros qui entraînerait la persistance et l'irrégularité du dépoli.

La loupe à employer à l'examen aura de 20 à 25 millimètres de foyer.

A chaque nouvel apport d'émeri il est indispensable de bien le répartir sur la surface de la balle au moyen du doigt légèrement mouillé.

A la fin de l'adoucissage nous pouvons contrôler avec une assez grande précision, la longueur focale de notre futur objectif, dont le gabarit nous a donné approximativement le degré de courbure.

Dans ce but, plaçons-nous face au soleil en tenant en main le miroir dont la surface est bien mouillée. Présentons cette surface presque normalement aux rayons solaires, de façon à projeter l'image de l'astre sur un écran de papier blanc placé à bonne hauteur.

Mettons exactement au point en nous rapprochant et en nous éloignant de l'écran. Quand l'image du soleil aura le maximum de netteté, si notre travail d'ébrutage a été bien conduit, la distance que nous mesurerons du miroir à l'écran sera exactement de 1 m. 80.

Je rappelle que cette image solaire aura, à très peu près, un diamètre de 18 millimètres, soit 1 p. c. de la distance focale de l'objectif.

Je rappelle aussi que cette méthode catoptrique de la mesure de la longueur focale peut être suivie dioptriquement pour la mesure du foyer de la loupe dont il est causé plus haut. Il faut bien entendu placer la lentille à l'essai entre le soleil et l'écran.

Le fin rodage est poussé jusqu'à l'emploi de l'émeri étiqueté 60 millimètres.

A la fin de l'emploi de ce dernier numéro, la surface est déjà redevenue légèrement transparente. Vue à la loupe, son grain se présente sous un aspect très fin et absolument uniforme, tant au centre qu'à l'extrême bord et dans la zone médiane sans piquûre ni griffe la plus légère.

Des piquûres indiqueraient qu'on a passé trop tôt d'un numéro d'émeri à un plus fin. De légères griffes montreraient que la lévigation de l'émeri n'a pas été faite assez soigneusement.

J'ai réservé à dessein la description de la méthode de lévigation de l'émeri, pour bien montrer aux lecteurs la grande importance qu'il y a de faire ce travail avec la plus extrême minutie, tant pour les plus gros que pour les plus fins numéros.

Le test de la loupe seul ne permet pas de se rendre un compte exact de la régularité du grain sur toute la surface en travail. Si on examine à la loupe le grain du dépoli en allant du centre au bord de la pièce, il est possible de ne pas apercevoir un changement très léger et très progressif dans la grosseur du grain. Il faut un certain temps pour passer d'un endroit à un autre en regardant avec attention. Pendant ce temps, l'œil s'habitue petit à petit à un changement qui pourrait être relativement fort et ne se laisser déceler qu'au polissage.

Pour éviter cet inconvénient de l'accoutumance de l'œil, il faut regarder l'aspect de toute la surface d'un coup d'œil.

Dans ce but, lavons et essuyons soigneusement le miroir au moyen d'un vieux mouchoir de poche en toile (c'est la meilleure matière à utiliser pour nettoyer les surfaces optiques). Tenons alors le miroir, face dessus, un peu en dehors de la ligne de vision d'un corps lumineux, tel qu'un manchon Auer ou une lampe électrique. Regardons, par réflexion sur la surface dépolie, la source lumineuse. Son image virtuelle devra être aussi intense et aussi nette, si elle est formée sous le même angle, par le centre, la partie médiane ou le bord du miroir. Si non, quelque chose cloche au travail.

Au début du fin rodage, il faudra, pour arriver à voir l'image de la source lumineuse, faire tomber ses rayons sous un angle de près de 90°. Au fur et à mesure que la fin du travail approche, on peut diminuer l'ouverture de cet angle d'incidence pour arriver finalement à lui donner moins de 45°.

---

## LA TAILLE DES MIROIRS DE TÉLESCOPES A PORTÉE DE L'AMATEUR

(Suite et fin.) (1)

Ces dessins ne sont pas imaginaires. Une semblable série se trouve dans mon livre de notes; ils y furent dessinés il y a longtemps, lorsque je travaillais au miroir de  $5 \frac{3}{4}$  pouces de diamètre et d'environ 100 pouces de rayon de courbure et qui avait une aberration qui plaçait le foyer du bord  $1 \frac{1}{2}$  pouce au delà de celui du centre. Les propriétés

FIG. 32.



FIG. 34.

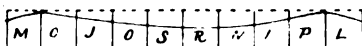


FIG. 33.

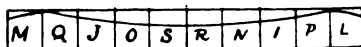


FIG. 35.

de ce miroir et les apparences qui sont reproduites ici, me fournirent l'explication de beaucoup de choses qui me déroutaient, et me montrèrent l'inanité de vouloir juger la figure d'un miroir sur l'essai d'ombre seul, et l'impossibilité de dire par cette simple inspection si le miroir est elliptique, parabolique ou hyperbolique.

Pour en arriver là nous devons avoir recours à des appareils qui nous permettront de mesurer la distance entre les points Y, X, V, U,

(1) Suite de la page 183 (bulletin mai-juillet).

T, figure 25, et de les comparer avec ce que la théorie mathématique nous donne comme devant être ces distances dans une parabole vraie, lorsqu'elle est examinée de la même façon au centre de courbure. Ici aussi, il arrive heureusement que les distances qui doivent être mesurées au centre de courbure sont quatre fois aussi grandes qu'elles seraient si nous travaillions au foyer principal avec une étoile comme source lumineuse. Ceci rend notre tâche d'autant plus aisée et d'autant plus exacte, car nous savons que ce que nous laisserons comme erreur non corrigée sera réduit au quart quand nous employerons notre miroir dans le télescope.

Ayant donc décrit la nature des aberrations dans les différents types de miroir et les aspects par lesquels elles sont reconnues lorsqu'on procède à l'examen au centre de courbure pour l'épreuve d'ombre, je passe maintenant à l'exposé de la valeur réelle dont un miroir parabolique diffère d'un sphérique de même foyer comme il est illustré par les distances T, U, V, X, Y de la figure 25. Cette valeur se nomme « aberration longitudinale ». Elle peut être trouvée dans chaque cas par une simple formule mathématique, mais pour épargner l'ennui et le risque d'erreurs inséparables de calculs hâtivement faits, j'ai exécuté ces calculs pour les zones de différents miroirs et j'en présenterai les résultats sous forme de table. J'ai mentionné que d'après Heschel l'épaisseur totale à enlever des bords d'un miroir sphérique de 48 pouces de diamètre et de 40 pieds de foyer n'était que de  $1/21333^{\text{me}}$  de pouce. Mais l'aberration longitudinale d'un tel miroir serait de  $1/6$  de pouce (4,533 millimètres), et quoique ceci puisse être considéré comme cas extrême, on voit immédiatement comment la mesure de cette dernière valeur entre dans le domaine du pratique.

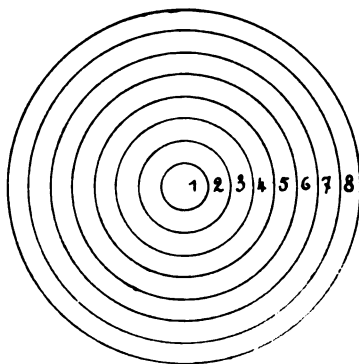


FIG. 36.

La théorie sur laquelle ces calculs sont basés a été discutée en détail, il y a une trentaine d'années, dans *English Mechanic*, par différents savants.

Ils étaient unanimement d'accord pour admettre que les distances TU, TV, TX et TY peuvent être trouvées en divisant le carré de la demi-ouverture de la zone, par le rayon de courbure du miroir.

La figure 36 montre un miroir de 8 pouces (203.2 millimètres) divisé en zones concentriques de un demi-pouce de largeur numérotées du centre vers les bords. Ces numéros correspondent à ceux de la colonne 1 de la table.

La 2<sup>e</sup> colonne donne le rayon d'un cercle passant à mi-distance du bord interne au bord externe de chaque zone.

La colonne 3 donne le carré du rayon de la colonne 2 et est utile comme contrôle.

Les colonnes suivantes donnent les aberrations longitudinales pour les différentes zones de miroirs dont la longueur focale se trouve dans la première ligne horizontale en tête du tableau. Celles-ci sont données par dix pouces de longueur focale et permettent au travailleur de connaître l'aberration longitudinale pour chaque zone, par simple inspection ou par simple interpolation mentale, si le miroir a une longueur focale intermédiaire.

**Tableau de l'aberration longitudinale au centre de courbure.**

| Zone | Rayon moyen<br>de la zone | Carré du<br>rayon moyen<br>de la zone | DEMI-RAYON DE COURBURE DU MIROIR OU LONGUEUR FOCAL<br>EN POUCE (25,4 millimètres) |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
|------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|      |                           |                                       | 20                                                                                | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   | 110    | 120   | 130   | 140   |
|      |                           |                                       |                                                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| 2    | 0.75                      | 0.5625                                | 0.014                                                                             | 0.009 | 0.007 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.0025 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| 3    | 1.25                      | 1.5625                                | 0.039                                                                             | 0.026 | 0.019 | 0.016 | 0.013 | 0.011 | 0.01  | 0.009 | 0.008 | 0.007  | 0.006 | 0.006 | 0.005 |
| 4    | 1.75                      | 3.0625                                | 0.076                                                                             | 0.051 | 0.038 | 0.03  | 0.025 | 0.022 | 0.02  | 0.016 | 0.015 | 0.014  | 0.012 | 0.012 | 0.01  |
| 5    | 2.25                      | 5.0625                                | 0.126                                                                             | 0.084 | 0.063 | 0.05  | 0.042 | 0.036 | 0.03  | 0.028 | 0.025 | 0.023  | 0.021 | 0.02  | 0.018 |
| 6    | 2.75                      | 7.5625                                | 0.19                                                                              | 0.126 | 0.094 | 0.075 | 0.063 | 0.054 | 0.05  | 0.042 | 0.039 | 0.034  | 0.031 | 0.03  | 0.027 |
| 7    | 3.25                      | 10.5625                               | 0.26                                                                              | 0.176 | 0.132 | 0.105 | 0.09  | 0.075 | 0.066 | 0.055 | 0.052 | 0.05   | 0.045 | 0.04  | 0.035 |
| 8    | 3.75                      | 14.0625                               | 0.35                                                                              | 0.234 | 0.176 | 0.14  | 0.11  | 0.10  | 0.09  | 0.08  | 0.07  | 0.06   | 0.055 | 0.05  | 0.05  |
| 9    | 4.25                      | 18.5625                               | 0.45                                                                              | 0.301 | 0.226 | 0.18  | 0.15  | 0.13  | 0.11  | 0.1   | 0.09  | 0.08   | 0.075 | 0.07  | 0.065 |
| 10   | 4.75                      | 22.5625                               | 0.56                                                                              | 0.376 | 0.28  | 0.22  | 0.18  | 0.16  | 0.14  | 0.12  | 0.11  | 0.10   | 0.09  | 0.08  | 0.08  |
| 11   | 5.25                      | 27.5625                               | 0.69                                                                              | 0.46  | 0.344 | 0.27  | 0.23  | 0.2   | 0.18  | 0.15  | 0.138 | 0.125  | 0.115 | 0.1   | 0.1   |
| 12   | 5.75                      | 33.0625                               | 0.826                                                                             | 0.551 | 0.413 | 0.33  | 0.28  | 0.24  | 0.20  | 0.18  | 0.165 | 0.15   | 0.14  | 0.13  | 0.12  |

La figure 37 montre l'apparence d'un miroir de forme irrégulière. Le bord en est hyperbolique, il y a une élévation au centre et les zones ON et QP montrent des rigoles concentriques avec en JI un anneau surélevé entre elles. La section apparente en est montrée figure 38. La figure 40 est la copie du dessin fait d'un miroir pour télescope de Grégory qui m'avait été envoyé pour essai.

Ayant donc considéré la nature et la valeur des aberrations à mesurer, nous passerons aux moyens à employer, pour nous assurer de leur étendue précise sur chaque miroir en particulier.

Dans ce but, nous devrons avoir une lampe, un support stable pour le miroir et un appareil de mesures portant l'écran.

Comme il est indispensable que la lampe et l'écran soient aussi près que possible l'un de l'autre, la lampe devra être très petite. Je crois que beaucoup de travailleurs n'ont pas réussi dans cette méthode d'essais parce que la lampe qu'ils ont employée était trop grande.

FIG. 37.

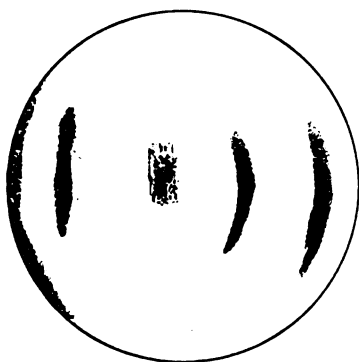


FIG. 39.

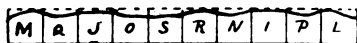
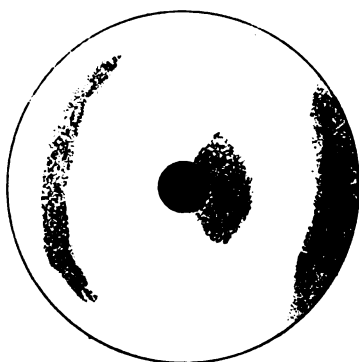


FIG. 38.

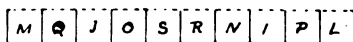


FIG. 40.

Certains ont rapporté avoir employé une lampe de 15 à 20 bougies. Cela est absolument inutile et même nuisible. La luminosité émise par une petite flamme est pratiquement égale à celle émise par une aire égale prise sur une flamme de grande dimension. La flamme de ma lampe a environ  $3/16$  de pouce (5 millimètres) de largeur, elle est distante du trou d'aiguille de  $1/4$  de pouce; le cône de lumière qui en sort a un angle de presque  $50^\circ$ , beaucoup plus qu'il n'en faut pour tester un miroir de dimension courante.

Une grosse lampe donne beaucoup de chaleur et rend l'observation inconfortable; ensuite les deux diamètres de la cheminée et du réservoir

à pétrole empêchent le grand rapprochement de l'écran du trou d'aiguille, qui est indispensable pour effectuer des mesures précises. D'autre part, l'éloignement trop grand de ces deux éléments produit un astigmatisme facilement reconnaissable lorsque l'image du trou d'aiguille est examinée à l'oculaire, de la façon qui sera décrite plus loin.

Ma propre lampe est faite d'une petite boîte en fer blanc, le bec est le plus petit qui se trouve sur le marché, avec une mèche plate de  $\frac{1}{8}$  de pouce de largeur, comme on les emploie pour veilleuse de chambre à coucher. J'y brûle du pétrole. La cheminée est un bout de tube en cuivre de  $\frac{1}{2}$  (12.7 millimètres) pouce de diamètre et qui avait servi pour un oculaire de petite lunette.

Le bec n'est pas placé au centre du réservoir, mais bien aussi près que possible du bord. Une fente horizontale est limée au travers de la cheminée sur un tiers de sa circonférence, dans la partie qui se trouve en face de la portion la plus brillante de la flamme. Cette fente est recouverte par une lame de clinquant qui y est soudée et dans laquelle on a piqué le trou d'aiguille.

Pour percer le clinquant, on le place sur un morceau de plomb ou de cuivre et on emploie comme poinçon la plus fine aiguille qu'on puisse trouver (n° 9); un coup de petit marteau fera un trou parfaitement rond, sans bavure, et, s'il y en a, on pourra l'enlever en la grattant avec un canif. On l'attache ensuite à la cheminée avec une goutte de soudure de chaque côté.

Cette méthode est beaucoup préférable à celle qui consiste à piquer à travers de la cheminée elle-même. Sur ma propre lampe, j'ai un grand trou de  $\frac{1}{50}$  ( $\frac{1}{2}$  millimètre) de pouce environ de diamètre qui me sert pour l'ajustage préliminaire, puis un de  $\frac{1}{200}$  de pouce pour les essais, puis une paire de plus petits, très près l'un de l'autre, formant une étoile double artificielle que j'emploie parfois. Ils sont tous au même niveau et ils peuvent être mis en usage l'un après l'autre par simple rotation de la cheminée.

La lampe est placée sur un support et peut être amenée à hauteur convenable, par glissement, sur une tige qui elle-même est fixée à une base lourde, de façon à en assurer la parfaite stabilité.

La figure 41 représente la lampe placée en face de l'observateur et à sa droite.

Le trou d'aiguille est de l'autre côté de la cheminée. E représente l'écran obturateur.



Dans les essais de précision, il est absolument indispensable que le miroir, la lampe et l'écran soient supportés d'une façon stable et qu'ils ne soient soumis à aucune vibration. Les opérations doivent être conduites dans une place ayant un pavement solide, de préférence une cave dont le pavement est cimenté.

L'air doit aussi être absolument calme, sans mouvements de température qui seraient vus passant devant le miroir et qui en atténueraient les ombres. Ces perturbations seraient toutefois facilement différenciées des ombres inhérentes au miroir et qui sont permanentes.

Je suis certain qu'aucune mesure sérieuse n'a pu être prise avec les appareils supportés par les tables branlantes que nous montrent certains dessins !

Il est impossible aussi de faire de bonnes mesures d'un miroir qui possède une vieille pellicule d'argent, surtout si elle a été quelquefois recouverte de buée, car alors elle est tachetée de points brillants, qui rendent les ombres imperceptibles. Le meilleur résultat est obtenu avec un miroir non argenté. Les miroirs métalliques ne sont pas affectés dans ce sens.

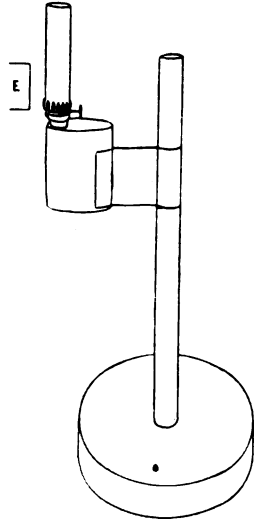


FIG. 41.

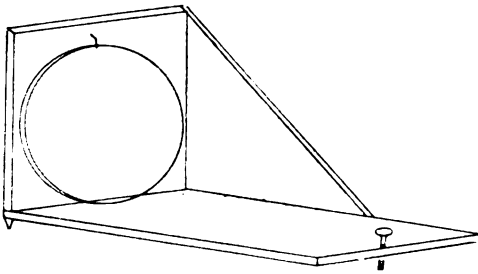


FIG. 42.

Le support du miroir est représenté figure 42 avec un miroir en position d'essai. Il est fait de trois morceaux de bois cloués ensemble, de telle façon que la pièce a une grande rigidité, ce qui est nécessaire. Le fond vertical A est carré et légèrement plus grand que le plus grand

miroir qu'il doit supporter. La base B a la même largeur et environ 18 pouces (46 centimètres) de longueur. Le côté triangulaire C fixe rigidement A et B à angle droit et sert en même temps à centrer convenablement le carton perforé avec le miroir, tous deux étant en contact avec C et reposant sur B.

Quand l'appareil est en usage, A n'est pas absolument vertical mais bien légèrement incliné vers l'arrière et cela, juste assez pour permettre au miroir de s'y reposer sans vibration. Un crochet en fil de fer est vu à la partie supérieure du miroir, mais non en contact avec lui; son but est d'empêcher le miroir de culbuter en avant.

La base B est supportée à l'arrière sur deux pointes, dont l'une est visible sur le dessin, et à l'avant, sur une vis E qui passe dans un écrou fixé au milieu du bord antérieur. Cette vis sert à ajuster l'inclinaison précise du miroir. Elle est très commode et épargne beaucoup d'ennuis.

L'appareil de mesure est montré fig. 43; il est construit dans un double but.

D'une part, pour porter un oculaire de Huygens avec son coulant, et, d'autre part, pour mesurer l'aberration longitudinale des différentes zones au moyen de l'écran P (E dans les figures 20 et 25). Je suis redevable à M. Wassel de cette partie de l'appareil, mais je l'ai modifiée en l'améliorant.

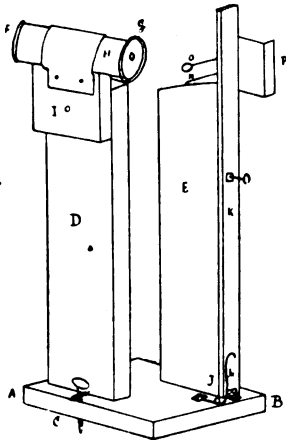


FIG. 43.

La base de l'appareil est une pièce de bois carrée AB qui repose sur trois pointes comme le support du miroir; deux de ces pointes sont fixes et la troisième est une vis placée en C sur la figure et sert au nivellement de la base. Cette vis doit être bien ajustée et doit tourner grassement dans son écrou. S'élevant de la partie supérieure de la base, deux pièces de bois sont fixées, une près de chaque bord latéral. Elles sont attachées fermement à la colle forte dans des mortaises. D est la pièce qui se trouve près de la vis de nivellement C. Elle supporte l'oculaire F avec le tube FG qui glisse à frottement doux dans le tube HH. Ce dernier est attaché à la partie supérieure d'un morceau de bois carré I qui lui-même est fixé lâchement en haut de D. Cette disposition permet de donner à l'oculaire une légère inclinaison, qui est

nécessaire pour le centrer sur le miroir à l'examen. Cette méthode de construction est indispensable, parce que le miroir sur son support est légèrement penché en arrière, et que son centre est en contrebas du point utile de la lampe.

E placé à droite est semblable à D, avec cette différence que son bord supérieur est courbé en arc de cercle dont le centre est en J. Fixée sur cette surface et ayant par conséquent la même courbure, se trouve une échelle gravée qui dans mon instrument est une mince plaque d'ivoire d'un pouce divisé en cent parties.

K est une mince latte de bois qui est articulée sur E au point J et est pressée contre E par le ressort L, mais qui peut en être éloignée au moyen de la vis M qui passe dans un écrou fixé sur K et dont le bout arrondi s'appuie sur la surface antérieure de E.

N est un fil de fer recourbé portant un index qui se meut le long de l'échelle gravée du micromètre et est arrangé de façon à marquer zéro lorsque K est en contact avec E, et à marquer 100, lorsque la vis M est à fond. O est un autre fil fixé sur K, il porte une petite loupe qui a constamment l'index N au point.

P est l'écran opaque qui sert à couper le cône lumineux. Il est fait d'un morceau de fer blanc dressé, adouci et aminci en lame de couteau puis courbé comme l'indique le dessin pour qu'on puisse amener l'œil presque en contact avec lui. Dans mon appareil, la base est de 6 1/2 pouces (16 1/2 centimètres) de côté et le milieu de P est à 11 pouces (29 centimètres) de la surface supérieure de AB.

Il est important que le milieu de P, l'échelle gravée, l'axe du tube FG de l'oculaire et le trou d'aiguille de la cheminée de la lampe soient tous à une même hauteur au-dessus de la table qui les porte.

Un lien en caoutchouc remplace avantageusement le ressort L.

La vis M ne sert pas aux mesures ; sa précision n'entre donc pas en ligne de compte ; elle sert simplement à pouvoir éloigner lentement la latte K de la planchette E.

La méthode d'emploi de cet appareil est simple mais demande un peu de soins et de pratique pour assurer des résultats précis et absolument constants. Il est parfaitement capable de montrer des différences de 1/100 de pouce (1/4 de millimètre) dans l'aberration longitudinale et les différentes lectures ne diffèrent pas de la moitié de cette valeur. Le miroir est placé sur une table bien ferme (la mienne est une table de machine à coudre à pédale désaffectée) avec les pieds taillés en coins pour prévenir toute vibration ou instabilité. Le miroir y est placé

comme le montre la figure 42. A une distance correspondant au rayon de courbure du miroir, se trouve une table à trois pieds, solidement construite, sur laquelle on place la lampe allumée, mais sans sa cheminée. Au moyen d'un morceau de carton blanc, le miroir et la lampe sont ajustés pour avoir la flamme et son image réfléchies à même distance du miroir et à 1 pouce environ l'une de l'autre.

Pendant cette partie du travail il est bon de n'avoir aucune autre lumière dans la cave d'épreuve. Le carton est mis de côté et l'appareil de mesure est placé à côté de la lampe, l'écran opaque biséquant l'image de la flamme.

La cheminée est ensuite placée sur la lampe, le plus grand trou face au miroir et on met l'œil contre la partie postérieure de l'écran. Celui-ci est passé au travers du cône de lumière par un mouvement de bascule produit en agissant sur la vis C (fig. 43).

La formation de l'ombre sera probablement vue comme dans les figures 6, 7 et 8 montrant que l'écran est trop près, car P était placé dans le plan de l'image de la flamme et le trou d'aiguille est à un demi-diamètre de la cheminée plus près en avant; conséquemment son image est plus loin en arrière. On rectifie en tournant la vis M qui ramène l'écran en arrière et quand P est en bonne place, l'index N se trouve environ au milieu de l'échelle.

La cheminée est maintenant tournée de façon à mettre le plus petit trou d'aiguille en position et l'un des cartons de zone perforés (fig. 18) est placé en contact avec le miroir. Le carton à choisir est celui qui donne la zone à mi-distance du centre à la circonférence. La position de l'écran est maintenant plus soigneusement ajustée au moyen de la vis M; en le penchant lentement au moyen de la vis C jusqu'à ce que les deux ouvertures s'obscurcissent simultanément. La position de l'index est alors relevée et prise en note, et le carton est enlevé du miroir. Alors, la répartition de lumière et d'ombre montrera son aspect général qui correspondra à l'une des figures 4, 21 ou 26, ou peut-être 37 ou 40.

Si on le désire on peut en faire un dessin, qu'il n'est pas nécessaire de pousser, car il doit être plutôt documentaire.

Tous les dessins devront être faits au foyer de la même zone. On peut alors prendre des mesures semblables sur les autres zones, la lampe restant immobile; le seul changement étant fait dans la position de l'écran au moyen de la vis M; tout l'appareil étant basculé de part

et d'autre par la vis C seule en évitant soigneusement de le déplacer sur la table.

Chaque zone sera mesurée deux fois. La première fois, l'écran sera primitivement placé trop près du miroir et éloigné graduellement jusque dans le plan focal exact de la zone; la seconde fois, l'écran sera trop loin pour arriver par rapprochement au bon endroit. On élimine, en prenant une moyenne de deux mesures, la cause d'erreur qui résulterait d'une tendance à s'arrêter avant d'atteindre le point exact.

Une comparaison des mesures obtenues avec les indications données dans la table pour la parabole vraie, montrera la nature et la quantité d'erreur s'il y en a, ce qui sera plus que probablement le cas.

On considère généralement qu'une erreur de un quart et moins sur les chiffres de la table soit en deçà soit au delà, ne sera pas préjudiciable, car les aberrations de la table et celles montrées par l'essai d'ombre sont quatre fois plus grandes qu'elles ne le sont lorsque le miroir est employé dans un télescope et que le miroir reçoit les rayons parallèles venant d'une étoile.

Si les mesures par zones montrent des différences plus petites que celles de la table, le miroir est elliptique ou sous-correcté; si les différences sont plus grandes il est hyperbolique ou surcorrecté. Mais si les zones externes sont plus courtes que les internes, la figure est sphéroïdale (fig. 42); on remarquera que l'oculaire F n'est pas du même côté que l'écran P. Pour mettre l'oculaire en position d'emploi on fait faire demi-tour à tout l'appareil. L'examen de l'image du trou d'aiguille au moyen d'un oculaire de 2 1/2 centimètres de foyer équivalent, est très instructif. Par suite de la grandeur du diamètre du coulant de l'oculaire, celui-ci ne peut pas être aussi rapproché de la lampe que l'écran de fer blanc, mais la lampe peut être glissée un peu vers la droite, c'est-à-dire éloignée un peu plus du centre de courbure.

Il y a quelques années, j'ai gaspillé beaucoup de temps à de vains essais de mesure de l'aberration longitudinale, au moyen d'un oculaire portant une échelle graduée sur son tube. J'ai toujours trouvé que la différence entre les deux indications données pour le foyer de chaque zone était trop grande et j'ai abandonné cette méthode. La différence est causée par le pouvoir accommodateur de l'œil qui s'oppose à la vision nette des images qui ne sont pas à la même distance de la lentille d'œil de l'oculaire.

Dans l'épreuve d'ombre on n'a aucune occasion de mettre en œuvre

ce pouvoir accommodateur ; tout ce qui est nécessaire, c'est de voir si les deux ouvertures disparaissent également, et l'accommodation n'entre ici nullement en jeu. Et pourtant il est bon de rappeler que Common, dans sa description de la méthode de fabrication d'un miroir de cinq pieds, paraît avoir été satisfait des mesures obtenues au moyen d'un oculaire. (Il était peut-être presbyte. *Note du traducteur.*)

Bien que je considère l'emploi de l'oculaire comme inutile pour les mesures, je le trouve utile à d'autres points de vue.

L'apparence de l'image du trou d'aiguille, et spécialement la bonne définition de minimes particules de poussières ou d'irrégularités des bords du trou, sont un excellent témoignage de la correction générale de la figure et les apparences du disque amplifié en deça et au delà du foyer sont utiles pour corroborer les résultats déduits de la mesure du foyer des zones par l'écran. Mais sa valeur principale est de montrer de légères inexactitudes dans la forme générale du miroir, inexactitudes qui autrement pourraient passer inaperçues et, à ce point de vue, je crois qu'il est indispensable.

Ces tout minimes défauts sont décelés par l'existence d'ailes ou de queues de lumière semblant sortir de l'image du trou d'aiguille et qui n'existeraient pas si le miroir était parfait.

Draper raconte que dans chaque miroir qu'il a produit, il a trouvé que la performance de la pièce variait suivant le diamètre qui était vertical.

Pour mieux faire comprendre son idée, je suppose une pièce de monnaie reposant sur sa tranche ; elle peut être placée avec la tête droite dans la position normale, ou encore la tête en bas, ou encore regardant en haut ou en bas, ou dans une position intermédiaire.

Certain miroir qui donnait une image parfaite du trou d'aiguille, finement défini avec un léger anneau de diffraction, donnait une image aussi bonne s'il était placé sens dessus dessous.

Mais si on lui faisait faire un quart de tour et que le diamètre vertical devenait horizontal, l'image du trou d'aiguille prenait la forme d'une cloche ou se transformait en deux images rejointes par une barre lumineuse et, dans les positions intermédiaires, l'image se rapprochait de l'un ou de l'autre type. Il raconte aussi que lorsque le miroir avait été retravaillé et repoli plusieurs fois, on trouvait que c'était toujours le même diamètre qui donnait la meilleure définition. Les miroirs de Draper étaient faits de plaques de glace roulées et non cou-

lées. Il supposait que le défaut décrit ci-dessus tenait à cette particularité.

Les corrections à la forme du miroir se font en enlevant des morceaux au papier qui recouvre le polissoir, ce qui a pour résultat de réduire son action sur les parties enlevées.

Le polissage n'est qu'un procédé de fin rodage et nous modifions cette action par la réduction de la propriété abrasante de certaines parties, permettant ainsi aux autres de travailler plus vite.

Les parties du miroir qui demeurent grises sont évidemment en dépression du niveau général et restent non polies jusqu'à ce que l'usure produite par le polissoir ait gagné le niveau des dépressions.

Il est facile de prévoir qu'en polissant localement les dépressions, on les augmentera et le mal ne fera qu'empirer.

Comme la définition d'un miroir dépend de la régularité de sa courbe sur toute sa surface, il est préférable que la portion enlevée du papier provienne de plusieurs endroits, de façon à balancer l'action.

Il doit aussi être rappelé que le changement apporté à une aire donnée de papier varie avec sa distance du centre de l'outil. Le changement est plus grand au centre qu'au bord.

La figure 44 en montre clairement la raison. La pièce noire près du centre a un quart de la surface de la zone, tandis qu'au bord elle n'en n'a que  $1/28^e$ .

Ceci nous enseigne la façon de modifier la figure du miroir et de changer sa forme sphérique en parabolique, ou bien de ramener une surface surcorrigée.

Pour faire la conversion de sphère en parabole, j'ai procédé de deux ou trois façons, dont toutes sont basées sur le même principe. Premièrement, par dépression du centre du miroir, en enlevant une partie de l'extérieur du papier et en laissant une étoile centrale. Ou bien en enlevant complètement le papier, collant une étoile sur le verre, la lissant et la recouvrant d'une nouvelle feuille de papier

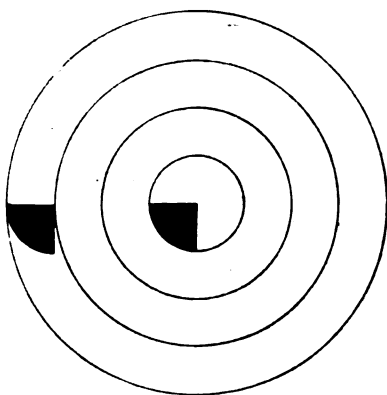


FIG. 44.

comme primitivement. Ceci laisse le centre plus élevé et fait diminuer rapidement l'action abrasante, lorsqu'on va du centre à la circonférence (fig. 45).

Une autre méthode, diamétralement opposée, consiste à découper l'étoile hors du centre.

Dans le même ordre d'idées, si nous avons dépassé la parabole et donné au miroir une forme hyperbolique, la meilleure méthode est

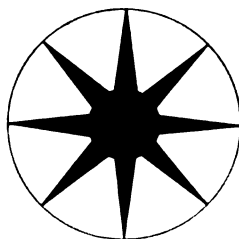


FIG. 45.

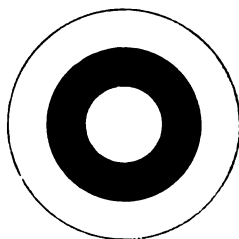


FIG. 46.

d'enlever tout le papier, excepté un anneau à mi-distance du centre à la circonférence (fig. 46). Dans ce cas, on emploie une longueur de friction qui portera juste le bord du miroir jusqu'au bord du papier dans chaque sens.

Il va de soi qu'on obtiendra le même résultat en faisant usage d'un petit polissoir d'environ 5 centimètres de diamètre, rodé à la même courbe que la balle et recouvert de papier rougi. Cet instrument peut être employé pour convertir une surface sphérique en parabolique, en le frottant par coups croisés allant d'un bord du miroir à l'autre, en passant chaque fois par son centre.

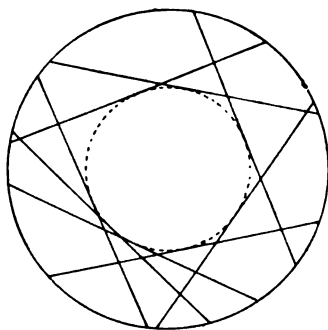


FIG. 47.

Un semblable outil peut aussi être utilisé pour ramener une figure surcorrigée en frottant son centre le long de cordes tangentes à un cercle tracé à mi-

distance du centre à la circonférence (fig. 47).

Il est difficile par ce procédé d'éviter la formation d'un anneau de dépression qui demandera l'usage d'un polissoir de plus grande dimension.



Dans tous les cas, le petit polissoir donne le résultat plus vite, mais moins également que l'étoile ou l'anneau qui ont une action mieux répandue sur toute la surface pendant tout le temps.

### Le Moulin d'opticien.

Avant de donner la description de la machine, je tiens à répéter que je déconseille au lecteur de faire usage de la méthode des retouches locales indiquées dans la traduction qui précède et imaginées par Léon Foucault.

Pour être bien exécutées, les retouches locales doivent être pratiquées au moyen de polissoirs de formats réduits, qui sont taillés exactement au même rayon de courbure que le miroir à traiter. Cela est certainement possible et même très avantageux dans les grands ateliers d'optique où la production de pièces se fait en série.

Mais pour l'amateur, le retour aux derniers numéros d'émeri est, je crois, bien préférable. Il m'a personnellement beaucoup mieux réussi que tous les palliatifs que j'ai essayés à grande perte de temps.

Les quelques pièces que j'ai produites sont d'une régularité absolue sur toute leur surface active. Un critique d'une sévérité extrême pourrait leur reprocher un léger anneau de dépressions. Mais je me suis toujours arrangé pour produire la parabole en allongeant progressivement la friction principale et à conduire ainsi, à la fin de la parabolisation, le dit anneau près du centre du miroir. Je lui ai donné de cette façon un diamètre moindre que celui du petit axe du miroir elliptique oblique (flat) du télescope, ce qui le rend inoffensif.

J'ai donné la méthode à titre documentaire et surtout pour mettre sous les yeux du lecteur des éléments qui, éventuellement, pourraient le mettre sur la voie dans la recherche de la cause des mécomptes.

\* \* \*

L'ouvrage du docteur Wolseley Blacklock, dont la traduction précède a, comme fondement, la méthode imaginée par Léon Foucault. Le lecteur pourra s'en rendre compte et augmenter utilement sa documentation en se reportant aux travaux originaux du grand Français, qui ont été publiés dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (t. V, 1858) et dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. LXX, p. 389).

Ils trouveront aussi des renseignements très utiles pour la construc-

tion du plan optique utilisé dans le télescope comme miroir diagonal, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. LXIX).

\* \* \*

J'ai apporté une modification à l'appareil qui sert à mesurer l'aberration longitudinale, dans l'instrument que j'ai monté pour mon usage personnel; je m'en suis tellement bien trouvé, que j'en donne la description ci-après, pour que l'amateur puisse choisir.

Les détails de la transformation se trouvent au complet dans la figure 48.

J'ai supprimé la vis M qui se trouve à la partie antérieure du montant E, l'échelle qui se trouve à sa partie supérieure, l'index N et la loupe O, et j'ai remplacé le tout comme suit : j'ai prolongé le montant E par une petite latte qui y est fixée au moyen de deux vis à bois. Contre cette latte vient s'appliquer la pièce articulée K. A mi-hauteur de l'écran P et sur la pièce R j'ai fixé un écrou au pas de 20 filets au pouce. Dans cet écrou s'engage une vis V portant un tambour T divisé en cinquante parties. Un index en fer blanc I, plié en équerre, est fixé sur la pièce R au-dessus du tambour qu'il affleure. Je puis donc aisément lire au  $\frac{1}{10000}$  de pouce la valeur du déplacement de l'écran P.

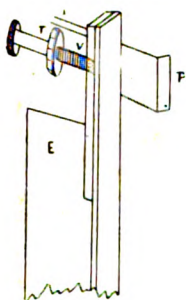


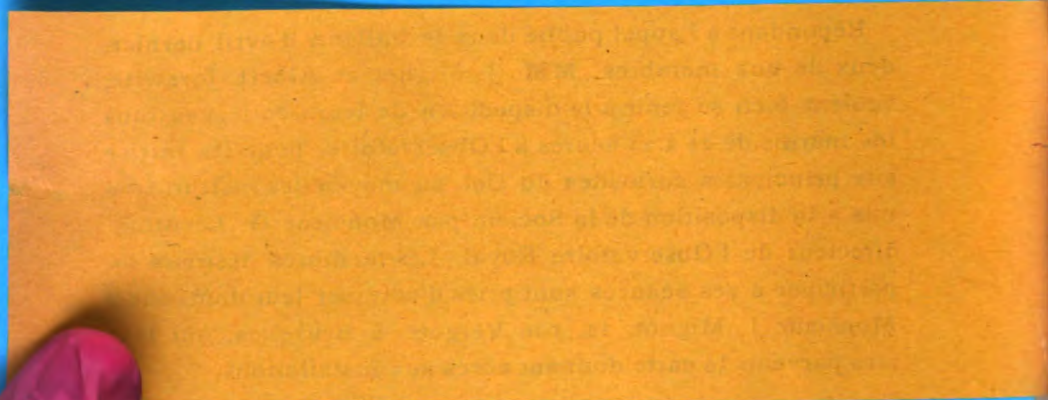
FIG. 48.

Voici la description de la machine que j'ai construite et qui m'a donné toute satisfaction. J'ai omis dans les dessins—plan et élévation—certains détails et répétitions qui auraient pu nuire à leur clarté sans ajouter à leur facilité de compréhension. Je donne aussi deux photos stéréoscopiques très suggestives et un diagramme, reproduction d'une courbe prise sur la machine en action.

La base est en orme et mesure  $50 \times 570 \times 760$  millimètres. Sur chacun des longs côtés de ce plateau, deux montants en bois M de  $24 \times 110 \times 120$  millimètres sont fixés par des tire-fonds qui figurent avec leur rondelle (T).

Ces montants sont reliés deux à deux par les pièces  $PP^1$  formant ponts, en planche de  $24 \times 120 \times 620$  millimètres. Sur ces deux ponts latéraux sont fixés au moyen de boulons et d'écrous deux autres ponts qui mesurent,  $P^2 : 24 \times 120 \times 720$  et  $P^3 : 24 \times 120 \times 580$ .

Répondant à l'appel publié dans le bulletin d'avril dernier, deux de nos membres, MM. J. Mignot et Albert Jorewitz, veulent bien se tenir à la disposition de leurs collègues tous les mardis de 21 à 23 heures à l'Observatoire, pour les initier aux principales curiosités du ciel, au moyen des instruments mis à la disposition de la Société par Monsieur G. Lecointe, directeur de l'Observatoire Royal. Les membres désireux de participer à ces séances sont priés d'adresser leur demande à Monsieur J. Mignot, 12, rue Vergote, à Bruxelles, qui leur fera parvenir la carte donnant accès aux installations.





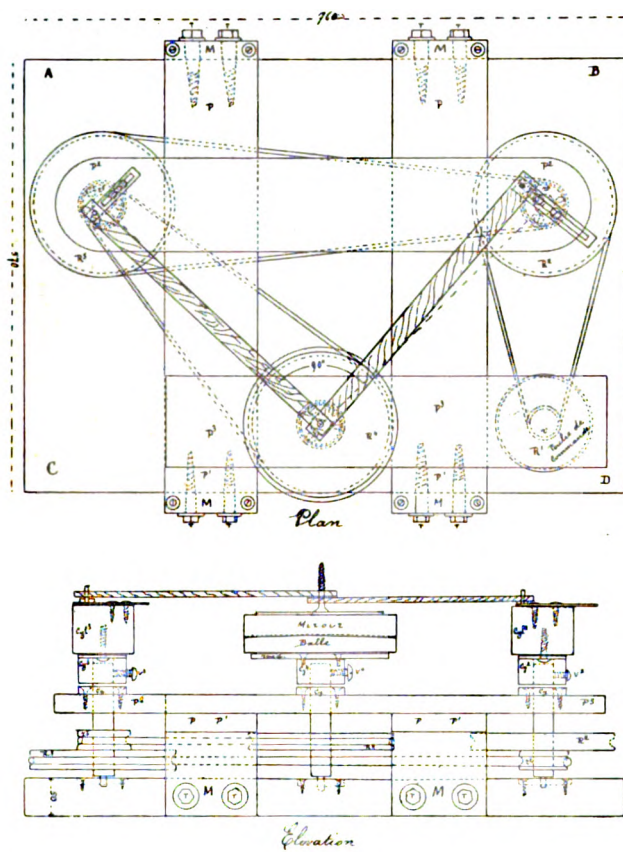


FIG. 49'



A ces dernières pièces sont attachées par des vis à bois à têtes plates noyées dans la masse quatre cylindres en laiton ( $C_7$ ).

Chaque cylindre est percé sur le tour d'un trou de 25 millimètres de diamètre, dans lequel passe l'axe d'une ou deux poulies. Ces axes proviennent d'un tube de vélo de 25 millimètres de diamètre extérieur; ils ont chacun 150 millimètres de longueur. Leur partie inférieure est bouchée par un morceau de barre de fer qui y est chassée de force à 10-12 millimètres de profondeur et dont le bout est diminué sur le tour, jusqu'au diamètre de 4 millimètres, pour y former un pivot. Ce pivot tourne dans une crapaudine faite d'une pièce de laiton de

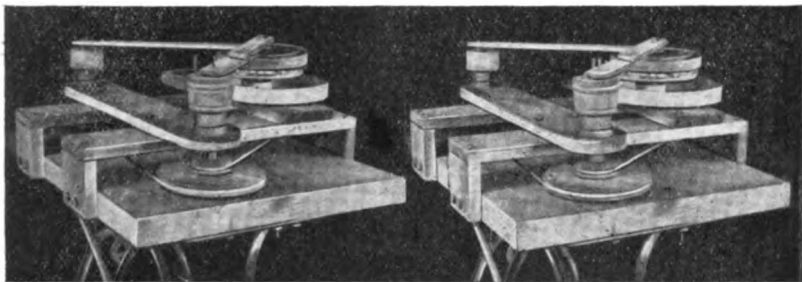


FIG. 49.

4 millimètres d'épaisseur, incrustée dans le plateau et visible sur le dessin élévation.

Ces axes servent de supports aux poulies  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  et  $R^4$ .

$R^4$  est la poulie de commande attaquée par la courroie venant directement du moteur. Son diamètre et celui de la petite poulie  $r^1$  qui y est attachée, doivent être calculés de façon à donner à l'axe portant  $R^2$  et  $r^2$  environ soixante révolutions par minute. Ce sont les proportions qui existent dans ma machine mue par un moteur électrique de ventilateur; un écart même sensible ne serait pas nuisible, il n'influerait que sur la rapidité du travail.

$R^4$  et  $r^1$  ont respectivement 120 et 35 millimètres de diamètre à fond de gorge.

Les trois poulies  $R^2$ ,  $R^3$  et  $R^4$  ont chacune 180 millimètres, et  $r^2$  et  $r^3$  chacune 60 millimètres de diamètre utile.

Ces proportions dans le rapport de 1 à 3 font donc faire à  $R^4$  une révolution pendant que  $R^3$  en fait trois et  $R^2$  en fait neuf.

La ligne des centres  $R^2$ ,  $R^4$  et celle de  $R^3$ ,  $R^4$  se coupent en  $R^4$  à  $90^\circ$ .

Les axes de  $R^2$ ,  $R^3$  et  $R^4$  sont surmontés chacun par un cylindre creux de laiton qui y glissent à frottement gras et y sont calés par les vis  $V^2$ ,  $V^3$  et  $V^4$ .

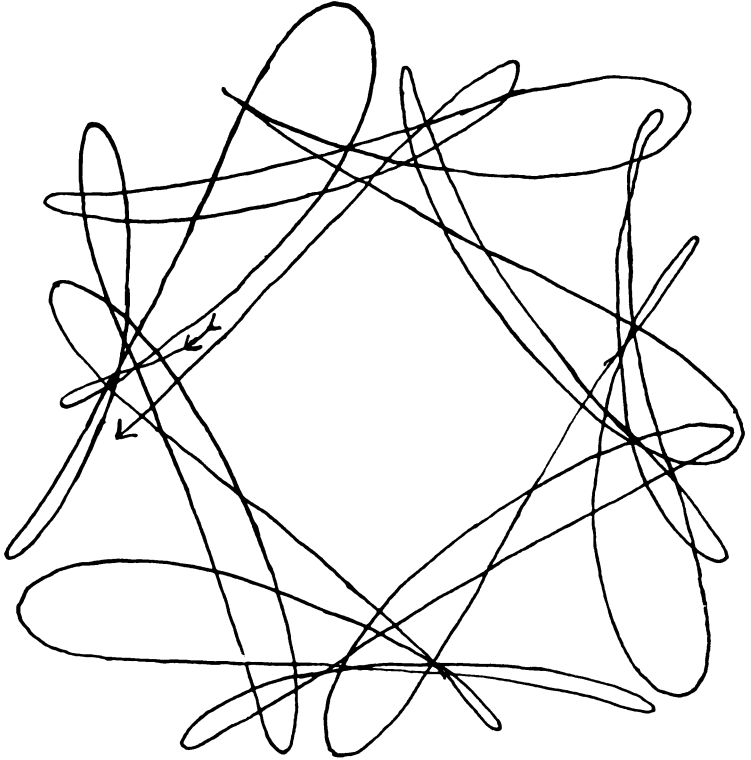


FIG. 50. — Diagramme pris sur la machine à tailler les miroirs objectifs de télescopes, pendant la période d'ébrutage d'une pièce de 20 centimètres de diamètre.

A la face supérieure de  $C_j^2$  est soudée une rondelle de laiton de 2 millimètres d'épaisseur, percée en son centre pour livrer passage à une vis à bois. Celle-ci sert à fixer un cylindre en bois  $C_j^2$ , de 80 millimètres de diamètre et de 65 millimètres de haut.

Le même dispositif existe sur  $C_j^3$ .

A la face supérieure de chacun des cylindres en bois on fixe par



deux vis à tête ronde une pièce de laiton de  $3 \times 20 \times 120$  millimètres, qui porte, rivée près d'une extrémité, une goupille en fer ou en acier de 5 millimètres de diamètre sur 25 de longueur.

On a ménagé dans chacune de ces pièces de laiton une ouverture allongée, ayant  $8 \times 100$  millimètres, formant coulisse et permettant de donner à la goupille l'excentricité nécessaire.

A  $C_3$  est rapportée au moyen de trois vis, une rondelle de fonte de 4 millimètres d'épaisseur sur 180 de diamètre, et sur laquelle on colle à la poix chaude le disque en glace servant de balle.

Le disque destiné à devenir le miroir est collé de la même façon, avec les précautions indiquées plus haut, sur une rondelle de laiton de  $2 \times 180$  millimètres.

A cette rondelle on a préalablement soudé une forte vis à bois en laiton, de 60 à 70 millimètres de longueur.

Cette vis est très pratique. On l'utilise entre autres pour y fixer un manche d'outil qui sert à tenir le miroir pendant les diverses manipulations qu'on lui fait subir : épreuve d'ombre, lavage, rinçage, suspension dans l'eau distillée et le bain d'argent. C'est aussi à cette vis que j'ai attaché le disque en bois qui a servi de support aux papiers sur lesquels je prenais des diagrammes.

Les bielles sont faites de deux lattes en bois de 5 à 6 millimètres d'épaisseur sur 50 à 60 de largeur.

Elles portent près de leurs extrémités des trous percés à une distance égale à celle des centres des axes des roues qu'elles sont destinées à relier.

Pendant la période d'ébrutage, il est avantageux de donner aux goupilles menant les bielles, une excentricité aussi grande que possible, sans toutefois pousser le miroir suffisamment loin pour le faire culbuter.

Mais il est de toute importance, lorsque la courbe a pris la profondeur désirée, de s'en tenir strictement pendant l'adoucissage et le polissage à une friction longitudinale de un tiers et latérale de un sixième du diamètre du miroir.

C'est cette combinaison qui donne la figure sphérique.

Pendant le polissage sur papier à la machine, il est indispensable d'employer une bielle longitudinale ( $R^2-R^1$ ) spéciale portant à chaque extrémité une série de trous très rapprochés et qu'on emploie alternativement. Sans cet artifice, il se produit rapidement à la surface du

miroir un anneau de dépression qui en altère la courbe au point de rendre la pièce inutilisable.

Voilà, je crois, tous les détails nécessaires pour mener à bien la fabrication d'un objectif réflecteur de format sérieux. J'ai construit sur la machine décrite, entre autres une pièce de 270 et deux pièces de 300 millimètres, dont je me suis procuré les disques bruts à Saint-Gobain. Ces miroirs supportent les tests les plus sévères. Si quelques points de ma description sont restés obscurs, je m'en excuse auprès des lecteurs. La faute en est à mes facultés qui s'accommodent mieux d'un manche de lime ou de burin que d'un manche de... plume.

### Argenture des miroirs.

J'ai essayé une dizaine de méthodes d'argenture des miroirs, pour arriver à m'en tenir à celle au sel de seignette, qui est simple et qui donne des résultats aussi bons que n'importe quel autre s'il est bien exécuté.

Le bain se compose de deux solutions qui se mélangent au moment de l'emploi.

Solution n° 1 à préparer au moins vingt-quatre heures d'avance :

|                                                            |                      |
|------------------------------------------------------------|----------------------|
| Nitrate d'argent <i>chimiquement pur</i> cristallisé . . . | 17 grammes.          |
| Eau distillée . . . . .                                    | 1 000 »              |
| Ammoniaque <i>chimiquement pure</i> . . . . .              | quantité suffisante. |

Dissolvez le nitrate d'argent dans l'eau distillée et mettez la solution dans un flacon d'une contenance de 1 litre et demi. Prélevez 50 centimètres cubes du liquide que vous mettez à part. Ajoutez goutte à goutte à la solution du grand flacon, l'ammoniaque chimiquement pure. Il se produira un précipité brun qui se redissoudra à la faveur de l'ammoniaque ajoutée prudemment goutte à goutte en agitant le tout. Il faut ajouter juste assez d'ammoniaque pour redissoudre tout le précipité, mais pas une goutte de plus.

On reverse alors dans le grand flacon les 50 centimètres cubes mis en réserve; on agite une dernière fois et on met de côté pour laisser le précipité se déposer.

Solution n° 2 :

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| Sel de seignette <i>chimiquement pur</i> cristallisé. |          |
| Eau distillée . . . . .                               | 1 litre. |

à préparer au moment de l'emploi.

Pour avoir rapidement la solution filtrée, bouchez la douille d'un entonnoir en verre au moyen d'un tampon d'ouate hydrophile; recouvrez l'ouate des cristaux et versez l'eau distillée dans l'entonnoir placé sur un flacon.

Quand les solutions sont prêtes, on procède à un double et minutieux nettoyage du miroir.

Le premier se pratique à l'aide d'acide nitrique pur concentré et le second, à la potasse ou à la soude caustique à 10 p. c. Entre ces deux lavages, on rince à l'eau distillée.

On emploie pour l'application de l'acide et de la potasse deux brosses faites extemporanément d'une touffe de coton hydrophile bien serrée que l'on introduit de force dans l'ouverture d'un tube à réaction. On frotte le miroir sur toute sa surface au moyen de cette brosse bien imprégnée de liquide, puis on rince à l'eau distillée.

Pendant qu'on prépare le pain d'argenture, on suspend le miroir dans un cristallisoir renfermant de l'eau distillée.

Le bain se compose de parties égales de solution n° 1 et n° 2. La liqueur n° 1 est décantée avec précaution, de façon à ne pas remuer le fond. La présence de particules du dépôt flottant dans le bain y amorce une réduction locale qui appauvrit le liquide au détriment du dépôt sur le miroir.

On mesure la quantité totale du liquide qui sera nécessaire pour y tremper le miroir à 10 millimètres environ de profondeur, tout en conservant entre sa face inférieure et le fond du contenant une épaisseur de 25 à 30 millimètres.

Le vaisseau qui convient le mieux pour faire l'argenture est un cristallisoir en verre, dont le diamètre dépasse celui du miroir de 20 à 25 millimètres. Ces bassins se vendent à prix abordable chez les marchands d'appareils de chimie. Il est bon d'en posséder trois : un pour l'eau distillée, un pour l'argenture, et un troisième pour renforcer l'argenture par un second bain, si on estime que la première couche est insuffisante.

A défaut de cristallisoirs, les plats à gratin sont un ersatz de choix.

Avant de verser le bain dans le cristallisoir, on le mélange en le secouant vivement dans un flacon méticuleusement propre — comme d'ailleurs tous les objets dont on fait usage — et rincé à l'eau distillée. Quand le liquide est en place, on attend quelques minutes pour donner aux quelques bulles d'air qui pourraient y flotter le temps de se libérer, puis on y suspend le miroir en prenant deux précautions. La

première a pour but d'éviter d'emprisonner de l'air sous la face à argenter. On y arrive en glissant le miroir obliquement dans le liquide.

La seconde précaution consiste à agiter le bain pendant les premières minutes d'immersion et, même mieux, de retirer deux ou trois fois le miroir du liquide et de le laisser égoutter partiellement, avant de l'abandonner à l'argenture. Quand le miroir est enlevé de l'eau distillée, pour l'apporter dans le bain, il est recouvert d'une pellicule ininterrompue d'eau distillée. C'est même un critère de sa parfaite propreté. Si on ne prend pas la deuxième précaution citée, cette eau distillée, qui est de densité moindre que celle du bain, se colle contre la face du miroir et produit des irrégularités dans la couche d'argent.

Il est de toute nécessité que le vaisseau, le liquide et le miroir soient à température sensiblement égale, 18 à 20° centigrades. Un ou deux degrés de plus au miroir ne peut toutefois qu'influencer favorablement le résultat de la réaction.

La durée de l'argenture varie entre une et deux heures. Si elle est trop courte, le film produit est brillant mais très mince et peu adhérent. Si au contraire la durée de l'immersion dans le bain a été trop prolongée, la couche d'argent est mate, recouverte d'argent cristallisé qui demande un long polissage.

On peut se rendre compte de l'état d'avancement de l'opération en retirant le miroir du bain après une heure, et en l'examinant rapidement sans lui donner le temps de sécher sur aucun point de sa surface.

Aussi longtemps que le film déposé reste très brillant, on peut continuer l'immersion dans le même bain.

Quand la couche commence à se ternir, l'opération est terminée, si l'épaisseur d'argent est trouvée suffisante. Dans ce cas, la silhouette d'une fenêtre bien éclairée ou le filament de charbon incandescent d'une ampoule électrique, doivent à peine être visibles au travers de l'argent.

Il arrive qu'un seul bain ne donne pas un film suffisamment épais et solide pour résister au polissage. On peut très bien recommencer l'opération sans enlever la couche primitivement déposée, mais dans ce cas l'immersion dans un nouveau bain fraîchement préparé doit être faite immédiatement à la sortie du premier bain.

On rince alors à grande eau distillée, puis on sèche le miroir en le

présentant à un feu modéré, et en faisant absorber par du buvard les stries d'eau qui séjourneraient sur l'argent.

Quand le miroir est tout à fait sec, on procède à son polissage.

Cette opération se fait en deux temps.

Premièrement, tassement de la couche et enlèvement de la poussière d'argent non adhérente, au moyen d'un morceau de peau de chamois fine.

Secondement, polissage proprement dit à l'aide d'un tampon formé d'une boulette d'ouate tassée, de la grosseur d'une noisette et entourée d'un morceau de bonne peau recouverte d'un peu du même rouge de bijoutier qui a servi à polir le miroir.

On frotte en appuyant légèrement d'abord, puis plus fort en décrivant de petites ellipses le long d'une spirale partant du centre et se dirigeant vers le bord, jusqu'à ce qu'on ait obtenu un brillant parfait.

Je me tiens à la disposition des collègues pour leur donner par la voie de *Ciel et Terre* les explications complémentaires qu'ils désiraient obtenir sur l'un ou l'autre point; je leur souhaite bon courage et grande patience!

Anvers, mars 1922.

PAUL VINCART,

*Vice-président de la Société d'Astronomie d'Anvers.*

---

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

### L'HYPOTHÈSE DE LA NÉBULEUSE PRIMITIVE (1)

*Les systèmes cosmogoniques de Wright, de Kant, de Lambert et de Laplace. — W. et J. Herschel.*

Dans les paragraphes qui précèdent, j'ai anticipé sur la suite des événements, en présentant les conceptions actuelles de l'éther, de la composition de l'atome et des théories relativistes de la gravitation. Pour ne plus devoir y revenir dans la suite, il était logique de procéder de la sorte étant donné l'enchaînement de mon exposé.

---

(1) **Erratum** — Par suite d'une erreur de mise en pages, la partie ci-après du travail *Les Nébuleuses*, n'a pas été publiée. Elle fait suite à la page 143 du bulletin d'avril dernier et doit donc être intercalée avant le texte paru dans le bulletin de mai-juillet.

Il m'a paru tout aussi nécessaire, d'autre part, de résumer l'évolution des idées et des méthodes en Astronomie, depuis le XVI<sup>e</sup> siècle, avant de poursuivre l'étude proprement dite de la question des nébuleuses. Au point de vue de la philosophie naturelle et de la formation de l'esprit scientifique, il est, à mon avis, plus utile et d'une portée plus générale et plus haute, d'avoir le sentiment des luttes et des efforts qu'a nécessités la réalisation des progrès dans le domaine intellectuel, que de connaître telle ou telle loi, ou théorie physique. Même si les moyens d'observation et les procédés eussent permis de pénétrer, mieux que par le passé, les mystères de l'Univers sidéral, dont les nébuleuses font partie, encore n'eut-on pu, ni osé tirer de ces découvertes toutes les déductions voulues, si la pensée humaine n'eût été libérée, au préalable, de l'étreinte qui la comprimait jadis. Que l'on veuille bien y songer : en reconnaissant aux nébuleuses — germes des mondes futurs — le rôle que la science moderne a voulu leur assigner, on porte le dernier coup, et le plus sensible, aux conceptions cosmogoniques anciennes. La prééminence absolue accordée, jusqu'alors, à notre petit monde solaire s'écroule, il est déchu de son rang et n'est plus qu'une portion infime du vaste et majestueux Univers dévoilé!

Revenons maintenant au XVIII<sup>e</sup> siècle, où notre exposé historique s'est arrêté. C'est pendant son cours qu'ont été présentées plusieurs hypothèses cosmogoniques nouvelles, au moyen desquelles on a voulu expliquer surtout la formation de notre système solaire. Pour l'Univers sidéral, encore très peu connu alors, leurs auteurs ont dû s'en tenir à des généralités plus vagues. Ces hypothèses ont pour base, ou point de départ, l'existence supposée d'un ou de différents amas de matière dans un état de diffusion extrême, remplissant l'espace sous forme d'une ou de plusieurs nébuleuses dont se sont formés lentement les corps célestes, ce qui a exigé des temps d'une durée indéterminée, par condensations successives des corpuscules solides ou gazeux, ou par apport de leurs résidus météoritiques, sous l'action de mouvements giratoires ou tourbillonnaires, ou de la gravitation, ou d'autres forces, ou de plusieurs de ces actions combinées. Les divergences entre ces conceptions se produisent dès que le sujet est serré de plus près, lorsqu'on passe à l'examen du *modus operandi*, si j'ose m'exprimer ainsi, qui aurait provoqué la formation et les mouvements des astres. Toutes ont été contredites, dans l'une ou l'autre de leurs données essentielles, par les faits constatés ultérieurement. Et plus les

observations et les découvertes gagnent en ampleur ou en précision, davantage apparaît la complexité des problèmes cosmogoniques et l'impossibilité, dans l'état actuel de nos connaissances, d'en fournir une explication satisfaisante.

Trois noms doivent surtout retenir notre attention : Kant, Laplace et William Herschel.

KANT (1724-1804), né à Königsberg ; son père était un sellier écossais. Ayant étudié la physique et les mathématiques, mais surtout la philosophie, il s'occupa aussi d'astronomie. Il connaissait les théories tourbillonnaires de Descartes, mais il se rangea aux vues de Newton dont il fit état dans ses déductions cosmogoniques.

Kant fut l'un des grands penseurs de son siècle. Ses vues, en astronomie, furent exposées dans deux ouvrages qui passèrent d'abord presque inaperçus (1). Dans l'introduction de son *Histoire générale naturelle et Théorie du Ciel*, il reconnaît franchement qu'il s'est inspiré du livre du scientifique anglais Wright : « An Original Theory or a new Hypothesis of the Universe, founded on the laws of Nature » (London 1750). (Une théorie originale ou une nouvelle hypothèse de l'Univers, fondée sur les lois de la Nature), et il ajoute : « Je ne saurais plus déterminer les limites qui séparent le système de Wright du mien, ni indiquer les parties de son exposé que je me suis simplement borné à reproduire et celles que j'ai développées (2). »

Je ne me conformerai pas à l'ordre d'exposition suivi par l'illustre philosophe de Königsberg dans ses deux ouvrages. Un résumé de leur contenu suffira pour faire connaître sa pensée.

La matière qui était répandue à l'origine dans l'Univers, comme un chaos, se trouvait dans un état de diffusion extrême. Sous l'action

---

(1) KANT, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach newtonischen Grundsätzen abgehandelt* (Königsberg, 1755). Cet ouvrage fut d'abord publié sans nom d'auteur, de sorte qu'il resta quelque temps dans l'oubli. Les éditions suivantes firent connaître ce nom.

KANT, *Der einzig mögliche Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseyns Gottes* (Königsberg, 1763). Le titre du livre fit croire aux astronomes qu'il s'agissait de métaphysique et ils ne s'en occupèrent que tardivement, lorsque l'un d'eux en eut publié une analyse.

(2) Dans l'introduction de l'*Allgemeine Naturgeschichte*, KANT écrit : « Ich kann die Grenzen nicht genau bestimmen, die zwischen dem System des Herrn Wright und dem meinigen anzutreffen seyn, und in welchen Stücken ich seinen Entwurf bloss nachgeahmt oder weiter ausgeführt habe. »

combinée de la gravitation universelle, et de *déviations latérales*, les particules de la matière primitive se sont agglomérées et c'est ainsi que les étoiles se sont formées. Chaque étoile est un soleil qui a ses satellites (planètes), tournant autour de lui. Ce sont des systèmes *primaires* régis par l'attraction qui s'étend de l'un à l'autre. L'ensemble de ces étoiles forme *la Voie lactée*, qui constitue un système *secondaire*.

D'autres Voies lactées existent, — indépendantes de celle dont fait partie notre système solaire et qui, comme un ruban laiteux entoure toute la sphère céleste —; elles résultent également de la condensation de particules matérielles (solides ou gazeuses). Nous les voyons, à l'aide du télescope, sous forme de nébulosités peu lumineuses, en raison de leur éloignement. Une attraction, semblable à celle qui existe entre les étoiles, exerce également son influence entre ces diverses nébulosités. Elles forment un système *tertiaire*. On peut prolonger la formation de systèmes à l'infini, confirmant ainsi ce que Descartes avait énoncé le premier, c'est-à-dire que toute hypothèse cosmogonique doit s'étendre à l'Univers entier, et non à notre petit monde solaire seulement, comme on l'avait fait jusqu'alors.

D'après Kant, la condensation de la matière qui a donné naissance aux étoiles s'est faite dans la direction du plan équatorial de notre voie lactée (plan qui passe donc par son milieu), et il en serait de même des autres *nébulosités* dont le plan se confondrait avec le premier. Il croit qu'il doit exister un *corps central* dans la voie lactée, exerçant une action prédominante en raison de sa masse, sur le système entier auquel il appartient.

Voyons à quelles causes Kant attribue le mouvement d'ensemble de notre système solaire :

Les conditions mécaniques du système planétaire dont toutes les parties tournent dans le même sens autour du Soleil, dans des cercles couchés à peu près sur le plan de son équateur, ont frappé tous les chercheurs. Tous se sont accordés à y voir l'effet d'un mouvement déterminé par quelque cause naturelle. De là, les tourbillons de Descartes qui ont conservé des adhérents longtemps après que Newton eut prouvé qu'il n'y avait au ciel rien de semblable, et que les queues des comètes traversaient ces prétendus tourbillons sans s'y laisser dévier.

Or, il est prouvé que les espaces célestes sont vides de toute matière capable d'imprimer aux planètes leurs mouvements circulaires. On ne peut supposer d'ailleurs qu'elles aient reçu l'impulsion initiale de la main de Dieu, juste dans la proportion nécessaire pour qu'en se combinant avec leur pesanteur vers le soleil les orbites résultantes fussent des cercles. Il n'y a donc plus qu'un seul cas où



l'intervention de causes mécaniques puisse se présenter : c'est celui où l'espace interplanétaire, aujourd'hui vide, aurait été à l'origine rempli de matériaux capables de prendre du mouvement et une direction commune, en même temps de former les planètes et le soleil lui-même sous l'influence de leur attraction mutuelle.

Admettons donc qu'à l'origine la matière du soleil et des planètes ait été répandue dans tout cet espace, et qu'il se soit trouvé quelque part, là où le soleil s'est effectivement formé, une légère prépondérance de densité et par suite d'attraction. Aussitôt une tendance générale s'est prononcée vers ce point, les matériaux y ont afflué et, peu à peu, cette masse première a grandi. Bien que des matériaux de densités différentes se trouvassent partout, cependant les plus lourds ont dû particulièrement se presser dans cette région centrale; car, seuls, ils ont réussi à pénétrer à travers ce chaos de matériaux plus légers, et à s'approcher du centre de la gravitation générale. Or, dans les mouvements qui devaient résulter de la chute inégale de ces corps, les résistances produites entre les particules se gênent les unes les autres n'ont pu être si parfaitement les mêmes, en tout sens, qu'il n'en soit résulté, çà et là, des déviations latérales. En pareil cas s'applique une loi générale des réactions mutuelles des corps, à savoir que ces corps se détournent et tâtonnent pour ainsi dire, jusqu'à ce qu'ils aient trouvé le chemin de la moindre résistance. Ces déviations latérales aboutissent donc forcément à une circulation commune, dans le même sens et dans la même région. Et même les particules dont le soleil a été formé lui sont parvenues affectées déjà par ce genre de déviation, en sorte que le corps résultant, le soleil, s'est trouvé animé d'une rotation dans le même sens (1).

Cette conception est le contre-pied de celle formulée par Galilée pour expliquer la création et le mouvement des corps appartenant au système solaire. En effet, dans son dialogue sur *les deux principaux systèmes cosmogoniques, celui de Ptolémée et celui de Copernic*, il dit :

« Figurons-nous que l'architecte divin ait, parmi d'autres ébauches, conçu le plan de créer dans l'Univers les globes que nous voyons se déplacer d'une façon immuable; il a déterminé le point central de leur orbite, où il a placé le soleil restant fixe. Il a formé ces globes et leur a donné la force de se diriger, dans un mouvement descendant, vers le point central jusqu'à ce qu'ils aient atteint le degré de vitesse que Dieu ait jugé convenir (2). »

Quel bouleversement des idées en un siècle!

Revenons aux conceptions de Kant. Il n'indique pas pourquoi les mouvements de tous les corps du système solaire connus de son

---

(1) Trad. par FAYE, *Sur l'origine du Monde*, 3<sup>e</sup> édit. — Paris, 1896, p. 134-135.

(2) GALILÉE, *Dialoghi quattro, sopra i due massimi sistemi del Mondo, Ptolomaico et Copernico*. — Florence, 1632.

temps, s'effectuent de *droite à gauche*, rotation du soleil comprise (de l'ouest vers l'est), ce que l'on a appelé le mouvement de sens *direct*, alors que le contraire aurait pu se présenter, mouvement de *gauche à droite*, ou de sens *rétrograde*. Si ce dernier se fût produit, nous eussions vu tous les corps, Soleil, Lune, planètes, étoiles, se lever à l'ouest et se coucher à l'est, c'est-à-dire que le lever, le coucher et la course apparente des astres se seraient montrés à nous dans un sens inverse à ce que nous apercevons maintenant (1).

L'éminent astronome français Faye (1814-1902) dit, à ce sujet, qu'en rejetant toute idée d'un tourbillonnement primitif de la matière répandue à l'origine dans l'espace et formant la nébuleuse hypothétique primitive, et en ne tenant compte que de l'attraction et des actions mutuelles des corpuscules dont elle était formée, les uns pouvaient prendre leur droite, les autres leur gauche, créant ainsi deux circulations contraires, corpuscules ou molécules étant projetées sur un plan quelconque; « ces projections les unes positives, les autres négatives, auront une somme rigoureusement nulle. Ainsi le veut la Mécanique; or, cela ne ressemble pas du tout au système solaire (2). »

Suivre toutes les suggestions de Kant nous entraînerait trop loin; les faits observés ultérieurement les ont contredites en des points essentiels. Parce que Newton n'a pas admis la théorie des tourbillons de Descartes, inapplicable aux mouvements des planètes, Kant a cru devoir la rejeter en bloc. Mais dans quel état se trouvait la matière répandue en un immense chaos dans l'espace, avant la formation des corps célestes que nous voyons? C'est surtout à ces points de vue que la théorie cartésienne doit être envisagée. L'attraction suffisait-elle pour faire suivre finalement à ces matériaux une direction déterminée, comme le laisse croire l'illustre philosophe allemand? Nous verrons dans la suite ce que l'observation plus précise des nébuleuses nous a appris à ce sujet depuis une vingtaine d'années, et nous devons bien en conclure que, sous ce rapport, ses suggestions sont peu acceptables ou tombent à faux. Laplace a formulé des hypothèses cosmogoniques qui se rapprochent sensiblement de celles de Kant, bien qu'il n'en ait sans doute pas eu connaissance, mais en les amendant et en

---

(1) C'est parce que la rotation de la terre autour de son axe se fait de droite à gauche (dans le sens direct), que le soleil et tous les astres nous paraissent se lever à l'est et se coucher à l'ouest. La révolution de la terre autour du soleil s'effectue également dans le sens direct, de droite à gauche.

(2) FAYE, *Sur l'origine du Monde*, ouvr. cité, p. 135-136.

les développant avec une rigueur toute mathématique; nous nous en occuperons dans un instant.

LAMBERT.— Il me faut, en passant, noter les travaux du géomètre et savant français Lambert (1728-1777), mais sans nous y arrêter. Dans ses « Lettres cosmologiques » publiées en allemand en 1761 — il avait été appelé à Berlin — il reproduit la plupart des vues de Kant. On y trouve cependant une remarque originale importante : « il émet la supposition qu'il sera peut-être possible de découvrir un corps céleste inconnu par l'examen des perturbations qu'il produit dans les mouvements d'un autre astre ». Ce principe a reçu son application plus tard, dans d'assez nombreux cas, notamment par la découverte de la planète Neptune qui, par son attraction, cause des inégalités, restées longtemps inexpliquées, dans la marche d'Uranus.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

### L'ÉTOILE VARIABLE $\delta$ CYGNI

L'étoile  $\delta$  Cygni ( $\alpha = 19$  h. 48 m. 2,  $\delta = + 52^{\circ}45'$ ) a été annoncée variable par A. Danjon, de l'Observatoire de Strasbourg (1). Danjon estime que c'est une étoile du type  $\beta$  Lyrae; d'après lui, la période est de 1 j. 0815 et est certaine à moins de deux minutes près, ayant été déterminée de la durée de quarante-huit périodes.

Il est à remarquer que Danjon a utilisé comme étoiles de comparaison les suivantes, auxquelles nous ajouterons les classes spectrales :

| ÉTOILE                    | GRANDEUR | SPECTRE | COULEUR |
|---------------------------|----------|---------|---------|
| $\psi$ Cygni              | 4.80     | A 3     | bleue   |
| B. D. + $52^{\circ}26'23$ | 5.72     | A       | bleue   |
| B. D. + $51^{\circ}27'63$ | 6.28     | K       | rouge   |

$\delta$  Cygni étant de classe K0 et relativement rouge, elle devrait constituer une étoile du type  $\beta$  Lyrae des plus intéressantes, pour ainsi dire une exception, ces dernières ayant toujours été trouvées de classes

(1) C. R., t. CLXXI, n° 19.

spectrales peu avancées. La comparaison d'une étoile rouge (*d* Cygni) à deux étoiles bleues pourrait cependant mettre en doute l'existence réelle d'une variation d'éclat.

La détermination de la vitesse radiale de l'étoile permet évidemment de trancher la question de savoir si nous avons réellement affaire à une étoile du type  $\beta$  Lyrae. Il est à remarquer que dans les étoiles de ce type, qui sont très peu nombreuses, le plus souvent, les spectres de deux composantes apparaissent et les vitesses radiales varient de quantités considérables; la vitesse relative des deux composantes dans *V Puppis* par exemple atteint 610 kilomètres; dans *u Herculis* les demi-amplitudes des courbes de vitesses radiales des deux composantes sont respectivement de 99 km. 5 et de 253 kilomètres, tandis que dans  $\beta$  Lyrae elle-même la demi-amplitude de la courbe des vitesses radiales d'une des composantes est de 181 kilomètres.

Il est à rappeler ici que les étoiles du type  $\beta$  Lyrae sont de la même famille que celles du type d'Algol, la variation dans le premier cas étant produite par la révolution autour d'un centre de gravité commun de deux corps brillants énormes, presque en contact et très aplatis. Lorsque le corps le plus brillant est éclipsé, il se produit un minimum primaire dans la courbe de lumière, et, lorsque le corps d'éclat inférieur est éclipsé, on constate un minimum secondaire.

On ne connaît pas d'étoile du type  $\beta$  Lyrae de classe spectrale plus avancée que F.

*d* Cygni donne d'excellents spectrogrammes contenant un nombre considérable de raies. Le spectre est simple et aucune trace de spectre secondaire n'est présente. Nous avons obtenu pour *d* Cygni les vitesses radiales suivantes :

| DATES             | PHASE<br>période 1 <sup>d</sup> .0815 | LONGUEUR<br>DE LA POSE | VITESSE<br>RADIALE |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| 1920              |                                       |                        | KILOMÈTRES         |
| Novembre : 28,633 | 0 <sup>d</sup> .633                   | 2 h. 53 m.             | —48,1              |
| Décembre : 2,563  | 0 <sup>d</sup> .237                   | 2 h. 0 m.              | —50,9              |
| Décembre : 8,580  | 0 <sup>d</sup> .846                   | 2 h. 0 m.              | —49,3              |

Les dates sont comptées en millièmes de jour, temps moyen de Greenwich. Ces observations semblent indiquer que dans l'intervalle

de quelques jours la vitesse radiale de l'étoile reste constante (l'erreur possible d'une observation étant certainement plus grande que la différence des vitesses extrêmes).

Quoique le fait d'être du type  $\beta$  Lyrae semble douteux, il faut remarquer cependant que  $\delta$  Cygni est une étoile géante (1) de magnitude absolue 0.2; elle est très éloignée de nous et aussi située dans le système de la voie lactée où, sans nul doute, abondent des courants de matière (2). Énorme, de faible densité, il n'est pas impossible que de légères fluctuations d'éclat se produisent à sa surface — fluctuations que l'on a reconnues dans d'autres étoiles et dont la cause est encore inconnue — due peut-être à des pulsations!

Ottawa, Canada, le 25 juin 1922.

F. HENROTEAU.

---

### LE SISMOGRAPHE INVERTI « BERCHMANS » de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

Désirant perfectionner notre station sismologique dont les instruments les plus puissants n'avaient pas depuis 1917 plus de 340 kg. de masse, alors que les Wiechert qui constituent l'instrument principal de bon nombre de stations de premier ordre ont de 1000 à 1200 kg., nous avons fait construire, ici même, un sismographe d'un peu plus de trois tonnes. Nous lui avons donné le nom de Berchmans, en souvenir d'un Belge, de Diest, Saint-Jean Berchmans, S. J., dont nous venons de célébrer le troisième centenaire de canonisation.

Ne possédant pas de local approprié à son installation ni les moyens de nous procurer une masse assez lourde, il nous a été nécessaire de renoncer au type du Cartuja bifilaire, qui figure depuis 1908 (3) comme principal instrument de notre station sismologique et qui donne actuellement de si beaux résultats à celle de San Calixta (La Paz, Bolivie), entre les mains habiles du P. Pierre Marie Descottes, S. J., son zélé directeur. Nous nous vîmes donc obligés de tenter la construction d'un sismographe inversi, de beaucoup plus compliquée.

---

(1) Contr., Mount Wilson Observ., n° 199, p. 70.

(2) *Publ. Royal Astr. Soc. of Canada*, 1921, p. 62.

(3) « Le nouveau pendule horizontal de Cartuja (Grenade) », *Boll. della Soc. Sismol. Ital.*, t. XIII, p. 207-218, fig. 1.

Dans le nouvel instrument nous avons fait de notre mieux pour éviter les quelques défauts bien connus des Wiechert astatiques, tout en utilisant le principe fondamental de ces instruments déjà entrevus par J.-D. Forbes (1841) (1) et par G. Grablowitz (1887) (2) et que le célèbre professeur de l'Université de Goettingen a si savamment employé dans son sismographe, aujourd'hui encore de tout premier ordre malgré les vingt et une années écoulées depuis son invention.

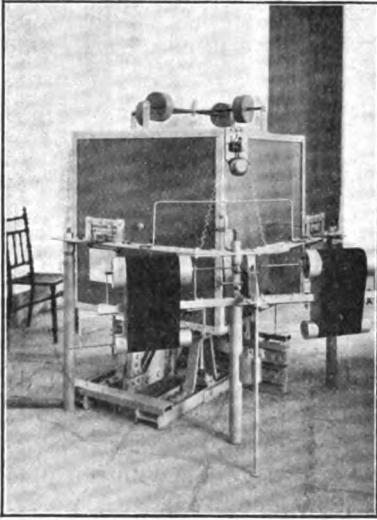


FIG. 16.

Notre sismographe s'appuie sur des ressorts plats en acier, au lieu d'être suspendu, comme dans les Wiechert, Marvin et Rigge; les deux ressorts de chaque composante sont distants l'un de l'autre de 1 m. 20 au lieu des quelques centimètres des pendules invertis. Ceci a exigé une monture à la cardan très solide et de dimensions considérables, d'autant plus qu'elle est capable de supporter une masse de 5000 kg. La distance plus grande des ressorts a pour objet de rendre indépendantes les deux composantes et de supprimer la « nutation » de la

masse, accidents des plus fréquents quand les ressorts sont peu distants et le centre de gravité de la masse assez haut.

La stabilité de la masse ne dépend plus alors des organes multiplificateurs-inscripteurs, comme dans les Wiechert de petit et moyen modèles (3).

L'amortissement s'obtient avec des lamelles métalliques, convenablement fixées à l'astasiateur et immergées dans un mélange d'eau et de

---

(1) Dr R. EHLERT, « Zusammenstellung, etc. der Seismometer, *Beitr. zur Geophys.*, t. III, Bd., 3 H., p. 367 et Prof. C.-C. KNOTT, *The Physics of Earthquake Phenomena*, p. 42.

(2) EHLERT, *loc. cit.*, p. 376, fig. 26.

(3) « Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit », *Phys. Zeitschr.*, IV. J., N° 28, p. 821-829, fig. 4.

glycérine, recouvert d'une mince couche de vaseline liquide, pour empêcher son hydratation. L'astasiateur, le procédé suivi pour parfaire l'équilibre, la partie multiplicatrice-inscriptrice, chonographe, l'enregistreur à moteur d'horlogerie, etc., en font, ce nous semble, un instrument nouveau et en tout cas bien différent de la belle création du Prof. Dr Wiechert.

Une description complète manquerait d'intérêt pour la plupart de nos lecteurs. Aussi nous bornerons-nous à quelques traits principaux; une bonne photogravure en suppléera avantageusement au reste. Peut-être nos lecteurs auront-ils plaisir à apprendre que tout l'instrument, sauf la partie principale du moteur d'horlogerie, empruntée à un cylindre récepteur pour pendule horizontal de 25 kg. de l'ancienne maison J. et A. Bosch, de Strasbourg, est l'œuvre d'une seule personne. En dix mois notre mécanicien, le Fr. Antoine Sola, S. J., l'a construit sous notre direction, absolument seul. Il a dû faire *à bras*, c'est-à-dire sans perceuse à moteur, le demi-millier de trous de l'instrument, presque tous dans du fer très dur et parfois d'une épaisseur de plus de dix centimètres.

La masse pèse 3 060 kg. et consiste en un réservoir cubique en tôle d'un mètre de côté, rempli de ferraille, de pierres et de gravier, mélange hétérogène qui, peut-être, sera remplacé plus tard par 5 000 kg. de lingots en fonte, ce qui nous coûterait environ 3 000 francs, mais augmenterait beaucoup la valeur efficace du sismographe.

Au-dessus de la caisse se trouvent deux fortes tiges filetées horizontales en fer se croisant à angle droit et qui servent d'axes à quatre cylindres de plomb de 14 kg. chacun, destinés à parfaire l'équilibre de la masse, peu ou point homogène, comme nous venons de le dire; le calcul de la hauteur du centre de gravité a été par ce fait aussi quelque peu laborieux. En plus, ces poids modifient très légèrement la période pendulaire et permettent d'obtenir des périodes absolument égales pour les deux composantes N.-E. et E.-W. Presque sans tâtonnements, dans divers essais, nous avons obtenu ainsi 6,04 s. et 6,06 s.-8,6 s., 8,6 s.-5,5 s. et 5,5 s. Les mêmes ressorts astasiateurs permettent d'obtenir des périodes assez variées; en les remplaçant par d'autres plus ou moins forts, la gamme des longueurs pendulaires équivalentes peut ainsi varier de trente mètres à un mètre.

Les mouvements de la masse se transmettent aux leviers multiplicateurs-inscripteurs et aussi aux lamelles des amortisseurs, par l'entremise de forts fils d'acier de 20 cm. de longueur et 2 1/2 mm. de

diamètre qui sortent des deux côtés de la masse et qui vont s'appuyer contre les ressorts astasiateurs, desquels pendent les lames métalliques des amortisseurs. Les leviers sont en majeure partie en bambou bien sec ou en paille; la jonction est faite par des ressorts spiraux très fins en nickeline et en acier, avec des épingles à insectes nos 2 et 3, s'appuyant dans des cavités coniques; elles seraient mieux en agate mais sont en laiton, faute de mieux.

Les grossissements peuvent varier de 120 à 1200, et le coefficient d'amortissement monter jusqu'à 50, même avec des périodes courtes: il n'y a d'ailleurs pas intérêt à le faire supérieur à 5 pour ne pas réduire trop la sensibilité de l'instrument.

L'inscription se fait sur du papier blanc ordinaire, très mince, noirci à la fumée d'une lampe au pétrole, par l'entremise d'un mince filament de verre, petit tube fermé avec une lampe minuscule, car la flamme d'une allumette est déjà trop forte. Même avec des grossissements assez forts, voire même 500 fois et plus, le frottement se maintient assez faible, si l'on ne force pas l'instrument à travailler dans de mauvaises conditions, c'est-à-dire avec une force de restitution qui ne dépasse pas un milligramme, pour chaque millimètre de déviation du tracé de « la ligne de repos », c'est-à-dire celle que tracerait l'aiguille inscriptrice si aucune force, autre que celle de la pesanteur (et aussi les inclinaisons de la verticale dues aux déformations du sol, sous l'influence des changements de température), n'agissait sur la masse.

Il va sans dire que les changements d'amplification se font avec la plus grande facilité et en peu de temps, y compris celui dépensé à parfaire l'équilibrage des différents leviers, etc.; avec le réglage de la tension des ressorts spiraux cet équilibrage a une très grande influence sur le bon fonctionnement du sismographe.

Les deux bandes réceptrices se déplacent environ de 15 mm. à la minute, grâce au moteur d'un cylindre récepteur Bosch, additionné d'un pignon, en vue d'augmenter sa vitesse de rotation; il a été privé de son ressort moteur, trop faible, et transformé en moteur à poids: celui-ci est de 7 1/2 kg. et le fait marcher à merveille pendant trente-cinq heures, sans remontage. Les bandes un peu longues s'imposaient: il fallait aussi pouvoir changer à volonté, entre de très larges limites, la séparation des lignes que tracerait une plume fixe (comme celle des malencontreux chronographes primitifs, encore usités avec quelques sismographes, malgré leurs méfaits chroniques). La cause est la longueur très considérable qu'aurait le pendule simple correspondant à ce



sismographe, si l'on ne le fait pas travailler avec des grossissements plutôt faibles et de courtes périodes. Aux premiers essais, avec 321 et 323 fois de grossissement et 8,6 s., dans ses deux composantes N.-E. et E.-W., il se comportait comme un pendule simple de 5950 mètres de longueur. Installé dans une chambre assez grande, dont deux des côtés sont des façades extérieures, donnant à un mi-parti parc, mi-parti vignoble, etc., et même exposé au Soleil pendant plusieurs heures au jour, dans une bonne partie de l'Été, dans sa composante N.-S. (la plus exposée), la distance de ligne à ligne varie de deux mm. à plus d'un cm. Donc, dans une chambre fermée avec des fenêtres soigneusement closes, etc., les inclinaisons du sol varient de quelques dixièmes de seconde, pendant un laps de temps si court, que dire des changements de latitude, « connus (on le dit ainsi), *au centième de seconde!* » Plus tard, plus documentés, nous reviendrons peut-être sur ce problème si suggestif, objet de recherches internationales si coûteuses.

Aujourd'hui, le Berchmans travaille avec un grossissement bien plus fort, mais aussi avec une période plus réduite.

Pour l'étude des tremblements de terre espagnols et des avant-coueurs premiers et seconds des autres, les périodes de choix pour le nouveau sismographe sont de 5,0 s. à 6 s. ou tout au plus 8,0 s.; les grossissements oscillent entre 400 et 600. Dans ces conditions, notre sismographe paraît être le plus puissant du monde pour l'enregistrement des *P* et des *S* et aussi pour les tremblements de terre dont l'épicentre est à moins d'un mégamètre.

MANUEL MARIA S. NAVARRO, S. J.

*Directeur de la Station sismologique  
de Cartuja (Grenade).*

---

## LE TRAITÉ « DE PROPORTIONALITATE MOTUUM ET MAGNITUDINUM » SERAIT-IL DU A UN BELGE?

Dans ses remarquables *Études sur Léonard de Vinci*, P. Duhem fait mention (3<sup>e</sup> série, Paris, Hermann, 1913, p. 290-295) d'un manuscrit anonyme, faisant partie d'un recueil conservé à la Bibliothèque nationale de Paris (fonds latin, ms. n° 8680A), d'une importance capitale pour l'histoire de la cinématique.

L'auteur du texte de ce manuscrit y démontre la proposition fon-

damentale qu'en langage moderne on énoncerait : Dans un mouvement de rotation uniforme d'une droite autour d'un de ses points, un segment de cette droite ne contenant pas le centre de rotation balaye en un temps donné une aire égale à celle qui serait balayée dans le même temps par le même segment, dans un mouvement de translation perpendiculaire à sa direction et ayant pour vitesse la vitesse de son point milieu.

Au sujet de l'époque à laquelle cet écrit appartient, Duhem dit ceci :

« Faut-il croire qu'il a été rédigé par quelque géomètre du moyen  
» âge, par exemple par quelque disciple de Jordanus de Nemore,  
» comme tel autre traité contenu au même recueil manuscrit? Faut-il  
» le regarder comme une relique de l'antiquité? A ces questions, il  
» paraît impossible de répondre d'une manière catégorique. Tout ce  
» que nous pouvons observer, c'est que les lettres par lesquelles les  
» divers points des figures sont désignés ne se succèdent pas dans  
» l'ordre caractéristique de l'alphabet grec, comme il arrive presque  
» toujours aux traités d'origine hellénique; c'est aussi qu'aucun mot  
» de forme grecque ou arabe ne se trouve dans le latin dans lequel cet  
» opuscul est rédigé. »

On conserve à la Bibliothèque nationale (fonds latin ms. n° 6559) un manuscrit contenant plusieurs ouvrages, où Duhem a trouvé cité le traité précédent. Dans son *Tractatus de proportionibus* (ms. cité, fol. 49, col. a, à fol. 58, col. a). Thomas Bradwardine (mort en 1349) cite le traité en question (fol. 56, col. d) sous le titre *De proportionalitate motuum et magnitudinum*, mais sans en faire connaître l'auteur. Le même manuscrit contient un ouvrage anonyme, le *Tractatus de sex inconvenientibus*, qui attribue à un certain *Magister Ricardus de Versellis*, soit l'ouvrage *De proportionalitate*..., soit un ouvrage où les mêmes conclusions se trouvent développées (fol. 34, col. a, et fol. 36, col. a).

Enfin, la même opinion est attribuée, dans un troisième manuscrit de la Bibliothèque nationale (fonds latin, ms. n° 7368, fol. 162, col. a. et fol. 164, col. a), à *Magister Ricardus de Uselis*.

Dans un article récent, M. Enestroem signale l'existence de trois autres exemplaires du traité (sur l'auteur d'un traité *De motu* auquel Bradwardin a fait allusion en 1328, *Archivio di Storia della Scienza*, 1921, vol. II, p. 133-136) :

1° Ms. Bodl. (Oxford). Auct. F. 5.28 (XIII<sup>e</sup> siècle), f. 157 a, f. 167 b;

2° Ms. Borb. (Napoli) VIII. C. 22 (XIII<sup>e</sup> siècle);

3° Ms. Berlin lat. 4° 510 (XIV<sup>e</sup> siècle), p. 81 b et suiv.

Dans le premier et le troisième de ces manuscrits, le traité commence par les mots : « Incipit liber *Magistri Gerardi de Brussel* de motu ».

Quel est ce *Gerardus de Bruxelles*? C'est la question que pose M. Enestroem. Il remarque que Ricardus pourrait peut-être n'être qu'une faute de copie... que, d'autre part, il existe près de Bruxelles le village d'Uccle qui pourrait être *Uselis*.

M. Enestroem ajoute que le but principal de sa note est de provoquer des recherches sur Gerardus et son traité. Comme il se pourrait que ce Gerardus soit Belge, nous avons cru utile de publier ce court résumé dans une revue belge, dans le même but.

Pour terminer, disons que Gerardus est simplement cité par I. Chr. Heilbronner (*Historia matheseos universae*, Lipsiae, 1742) comme auteur du traité *De motu* (Enestroem, *loc. cit.*). Enfin, Duhem reproduit (*loc. cit.*, p. 292-293) les sept propositions, M. Enestroem (*loc. cit.*, p. 135-136) les huit propositions du commencement du traité.

L. GODEAUX.

## Biographies.

### SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS

#### PREMIÈRE SÉRIE (*suite*).

#### II. — Thémistocle Zona (1848-1910).

Cet astronome distingué occupa, parmi ses confrères italiens, une place très honorable : il contribua, par ses travaux, à la renommée de l'établissement auquel il fut attaché pendant presque toute sa carrière scientifique.

Thémistocle Zona, fils de Casimir et de Gaetana Viviani, naquit à Porto Tolle, dans la province de Rovigo, le 7 mai 1848.

Le jeune Zona fit ses études à l'Université de Padoue, d'où il sortit porteur du diplôme d'ingénieur architecte, le 19 janvier 1870.

Il entra à l'Observatoire de Padoue; il y fut assistant volontaire de 1868 à 1871. Il s'appliqua à la pratique de l'astronomie sous la direction de Santini et en compagnie de Legnazzi, de Lorenzoni et d'Abetti. Le 1<sup>er</sup> janvier 1872, Zona commença sa carrière dans l'enseignement à l'Institut minier de Caltonisetta et passa en novembre 1874, à l'Institut technique de Côme, en qualité de professeur de mathématiques supérieures et de géométrie descriptive; en janvier 1876, il fut attaché pour les mêmes cours à l'Institut technique de Forli.

L'Observatoire de Palerme ayant été réorganisé en octobre 1880, Zona fut désigné, sur la proposition du directeur, le professeur Gaëtan Cacciatore, comme

second astronome-adjoint, tandis que le professeur A. Riccò devenait premier astronome-adjoint.

En septembre 1890, après la mort de Cacciatore et le passage d'Annibale Riccò à la direction de l'Observatoire astrophysique de Catane, Zona fut promu premier astronome-adjoint à l'Observatoire de Palerme, où il remplit l'intérim de la direction jusqu'en mars 1898. A l'Université de Palerme, il donna un cours libre d'astronomie, dès février 1882, et le continua sans interruption jusqu'en 1898; à partir de novembre 1885, on le chargea de l'enseignement de la géographie physique, et il devint, en novembre 1900, professeur extraordinaire. En août 1909, quelques mois avant sa mort, le titre d'astronome lui fut conféré.

Pour l'Italie, le nom du chevalier Zona ne signifie pas seulement un savant remarquable, mais aussi un ardent patriote et un citoyen admirable. Encore étudiant, soldat sous les ordres du général Garibaldi, il combattit pour l'indépendance de l'Italie au 10<sup>e</sup> régiment des volontaires, en 1866, et, l'année suivante, il se trouva, avec le grade de caporal, à la bataille de Mentana et fut fait prisonnier par les Français; conduit, d'abord, au Château Saint-Ange, au bagne pénitentiaire de Civitavecchia, ensuite, il fut relâché et mis en liberté le 24 novembre 1867. Il fit partie du comité de secours pour les cholériques en 1885. En 1893, il fut élu vice-président de la Croix blanche. C'est lui qui fonda la section palermitaine du Club Alpin Italien. Grâce à son activité, Zona avait acquis à Palerme une grande popularité; mais il ne voulut jamais prendre part à l'administration des affaires publiques.

Les aptitudes brillantes du professeur Zona dans les champs très variés de l'art d'observer lui valurent une considération particulière dans le monde astronomique. Ce fut surtout la comète 1890 IV, découverte par lui et qui porte son nom, qui lui donna une grande notoriété à l'étranger. Le défunt astronome laisse le souvenir d'un homme extrêmement sympathique par la sincérité et l'affabilité de son caractère, par sa bonté sans bornes. Il était très affectueux pour les siens; pour l'Observatoire de Palerme, qu'il considérait comme une seconde famille, son souvenir restera toujours vivant dans l'esprit de ceux qui le connurent.

#### BIBLIOGRAPHIE NÉCROLOGIQUE.

F. ANGELITTI, « Cenni necrologici su Temistocle Zona » (*Astronomische Nachrichten*, CLXXXV, 1910, p. 61-64 et *Memorie degli Spettroscopisti Italiani*, XXXIX, 1910, p. 107-108).

#### Liste bibliographique des travaux scientifiques de Thémistocle Zona.

##### A. — *Pubblicazioni del R. Osservatorio di Palermo.*

###### I. — Anni 1880-1881. Palermo, 1882.

1. Sulla cometa b 1881 (p. 17-21).
2. Cometa Denning osservata all' equatoriale (p. 34).
3. Proiezione gnomonica (p. 43-46).
4. Determinazione di un azimut collo strumento dei passaggi (p. 47-57)

**II. — Anni 1882-1888. Palermo, 1888.**

5. Osservazioni di pianeti fatte all' equatoriale di Palermo col micrometro annulare (p. 69-72).
6. Osservazioni della cometa Wells (p. 73-74).
7. Avec G. CACCIATORE. Osservazioni della cometa Wells dopo il perielio eseguite all' equatoriale di Merz (p. 75).
8. Osservazioni della cometa Barnard 1882 fatte all' equatoriale di Palermo (p. 75).
9. Coordinate geografiche e costruzione di una grande meridiana a tempo vero e medio in Castiglione Etneo (appendice, p. 3-15).

**III. — Anni 1884-1888 (vol. IV).**

10. Osservazioni di pianetini (p. 2).
11. Osservazioni delle comete Brooks (1885 I), Fabry e Barnard (1885) (p. 4).
12. Osservazione della cometa 1886 VI (Winnecke) (1886) (p. 6).
13. Osservazioni di comete (1887) (p. 8).
14. Notizie sugli spettri delle comete 1886 I (Fabry) e 1886 II (Barnard) (p. 9).
15. Avec A. Riccò. Osservazioni della cometa 1888 (Sawerthal) (p. 10).

**IV. — Nuova serie, vol. I (1905).**

16. Contributo alla fisica terrestre (1900, 8 p.).
17. La rugiada (1902, 6 p.).
18. Deformazioni del Sole sull' orizzonte (1902, 7 p.).
19. Avec F. CANTELLI. Osservazioni della durata del passaggio del Sole al meridiano fatte nel R. Osservatorio di Palermo negli anni 1900-1901 (1904, 27 p.).
20. Avec F. CANTELLI. Osservazioni della durata del passaggio del Sole al meridiano fatte nel R. Osservatorio di Palermo nell' anno 1902 (1893, 8 p.).
21. La Sicilia all' aurora del Mondo e nel secolo XX (1901) (24 p.).
22. Protuberanze solari osservate nel Reale Osservatorio astronomico di Palermo nel 1894 (1905, p. 1-15).

**B. — Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani.**

1. Su di una particolarità luminosa rimarcata a Palermo nella coda della cometa Wells (XI, 1882, p. 76-77).
2. Longitudini per mezzo dell' occultazioni (XI, 1882, appendice, p. 19-32, 19-34, 13-28 et 13-37).
3. Orbita della corrente di Andromeda e l'atmosfera terrestre (XIV, 1885, p. 138-143).
4. Osservazioni di stelle fatte al cerchio meridiano di Palermo (XVIII, 1889, p. 134-138).
5. Notevoli mutamenti di curvatura delle livelle (XXIV, 1893, p. 80-81).
6. Avec A. Riccò et G. SAUA. Calcolo preliminare della differenza di longitudine tra Catania e Palermo e determinazione delle anomalie di gravità in Catania (XXVIII, 1899, 13 p.).

C. — *Atti della R. Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo. Terze serie.*

1. Risultati delle osservazioni meteorologiche eseguite nel R. Osservatorio di Palermo (Valverde) per gli anni 1891-1892, 1893-1894 (II, 1893, III, 1895).
2. Nuovi ipotesi sui terremoti (IV, 1897, 7 p.).

D. — *Rivista delle Scienze industriale.*

1. Calcolo della cometa *b* 1881 (XIII, 1881, p. 293).
2. Le comete vedute nell' ultimo decennio e la cometa Wells (1882 I) (XIV, 1882, p. 173-177).

E. — *Giornale della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo.*

1. Determinazioni di un azimut collo strumento dei passaggi (XV, 1882, 13 p.).
2. Coordinate geografiche e costruzione di una grande meridiana a tempo vero e medio in Castiglione Etneo (XVI, 1884, 13 p.).
3. Osservazioni di stelle (XX, 1890, 144 p.).

F. — *Pubblicazioni della R. Commissione Geodetica Italiana.*

Latitudine del R. Osservatorio astronomico di Catania determinata nel 1894 col metodo di Talcott. Firenze, Barbèra, 1896, 1 broch. in-4° de 50 p.

G. — *Atti della R. Accademia dei Lincei. Classe di Scienze matematiche, fisiche e naturali. Rendiconti :*

Serie quarta :

1. La corrente di Andromeda e l'atmosfera terrestre (II, 1<sup>er</sup> semestre, 1886, p. 8-10).
2. Sulla latitudine di Palermo, osservata con passaggi al primo verticale (VII, 1<sup>er</sup> semestre, 1891, p. 24-25).

Serie quinta :

3. Sopra l'orbita definitiva della cometa IV, 1890 (IV, 1<sup>er</sup> semestre, 1895, p. 409-413).
4. Latitudine di Catania-Osservatorio (V, 1<sup>er</sup> semestre, 1896, p. 7-8).
5. Nuovo studio sull' orbita della cometa 1890 IV (V, 1<sup>er</sup> semestre, 1896, p. 33-34).

H. — *Astronomische Nachrichten.*

1. Elementi d'Ismene (196) calcolati colle osservazioni 6 e 9 ottobre, Clinton, e 16 novembre, Berlino, anno 1878 (95. Band, 1879, p. 47-48).
2. Occultazioni di  $\alpha$  Scorpii e  $\delta$  Geminorum osservate nella R. Specola di Padova (96. Band, 1880, p. 189-190).
3. Osservazioni di Abundantia e di Juno fatte in Palermo, all' equatoriale di Merz

- di 25 centimetri d'apertura col micrometro circolare (100. Band 1881, p. 223-224).
4. Osservazioni della grande cometa *b* 1881 fatte al cerchio meridiano di Palermo (100. Band, 1881, p. 223-224).
  5. Osservazioni fatte all' equatoriale di Merz di 24, 5 di apertura (Cerere, (11) Partenope (100. Band, 1881, p. 343-346).
  6. Osservazioni della cometa Denning fatte in Palermo, coll' anello circolare all' equatoriale di Merz di 25 centimetri (101. Band, 1882, p. 47-48).
  7. Osservazioni di pianetini fatte all' equatoriale di 9 pollici di Palermo col micrometro circolare : (14) Irene, (215) Oenone, (181) Eucharis, (40) Harmonia (106) Philomela, (102) Miriam, (55) Pandora, (37) Fides. — Osservazioni di Vesta fatte al cerchio meridiano Correzioni all' effemeride (101. Band, 1882, p. 285-288).
  8. Osservazioni della cometa Wells fatte in Palermo (102. Band, 1882, p. 381-384).
  9. Osservazioni dell' eclisse solare del 16. Maggio 1882 eseguite al R. Osservatorio di Palermo (103. Band, 1882, p. 167-168).
  10. Osservazioni della cometa Barnard 1882 fatte all' equatoriale di Palermo (103. Band, 1882, p. 221-222).
  11. Osservazioni della cometa Barnard 1882 (103. Band, 1882, p. 365-366).
  12. Osservazioni del Passaggio di Venere al 6. Dez. 1882 (104. Band, 1883, p. 283-284).
  13. Osservazioni di Pianerini fatte all' equatoriale di Palermo col micrometro anulare (104. Band, 1883, p. 321-328).
  14. Osservazioni della cometa 1883 I (Swift-Brooks) (105. Band, 1883, p. 31-32).
  15. Osservazioni eseguite all' equatoriale di Merz di Palermo della cometa 1882 I (105. Band, 1883, p. 137-138).
  16. Osservazioni della pianeta (234) (106. Band, 1883, p. 271-272).
  17. Osservazioni della cometa Brooks (106. Band, 1883, p. 329-330).
  18. Avec A. RICCO. Note astrofisiche sulla cometa Pons-Brooks (107. Band, 1884, p. 303-304).
  19. Avec G. CACCIATORE. Osservazioni della cometa Pons-Brooks eseguite in Palermo all' equatoriale di Merz (108. Band, 1884, p. 79-80).
  20. Avec G. CACCIATORE. Osservazioni di pianetini fatte all' equatoriale di Palermo col micrometro annulare (112. Band, 1885, p. 253-256).
  21. Avec G. CACCIATORE. Sur la nouvelle étoile dans la grande nébuleuse d'Andromède (112. Band, 1885, p. 300-301).
  22. Sternschnuppenfall 1885 November 27 (113. Band, 1886, p. 228).
  23. Ueber einen in den Peters'schen Karten fehlenden Stern (113. Band, 1886, p. 345-346).
  24. Notiz über das Spectrum der Cometen 1886 (Fabry) und 1886 (Barnard) (114. Band, 1886, p. 235-236).
  25. Beobachtung des Winnecke'schen Cometen 1886 (in Palermo) (115. Band, 1886, p. 143-144).
  26. Beobachtungen des Cometen 1886 (Finlay) auf der Sternwarte in Palermo (115. Band, 1886, p. 239-240).
  27. Beobachtungen des Cometen 1886 (Barnard 1887 Jan. 23) (116. Band, 1887, p. 157-158).

28. Beobachtung des neuen Cometen von Barnard 1887 Mai 12 (117. Band, p. 31-32 et 59-60).
29. Beobachtung des Cometen 1888 (Sawerthal) auf der Sternwarte in Palermo (119. Band, 1888, p. 15-16).
30. Avec A. Riccò. Osservazioni della cometa 1888 (Sawerthal) fatte all' equatoriale di Palermo (119. Band, 1888, p. 89-92).
31. Beobachtungen des Cometen Swift 1889 Nov. 16 (123. Band, 1890, p. 125-126).
32. Entdeckung von einen neuen Comet (1890 IV) (126. Band, 1891, p. 95-96).
33. Osservazioni della cometa 1890 IV (Zona Nov. 15) fatte all' equatoriale di Merz in Palermo (126. Band, 1891, p. 141-142).
34. Latitudine di Palermo osservata con uno strumento dei passaggi di Bamberg (127. Band, 1891, p. 9-12).
35. Beobachtungen auf der Sternwarte in Palermo :  
Avec A. MASCARI. Passaggio di Mercurio del 9 Maggio 1891;  
Avec AGNELLO. Ecclisse di Luna del 23 Maggio 1891;  
Avec AGNELLO et A. MASCARI. Ecclisse di Sole del 6 Giugno 1891 (128. Band, 1891, p. 157-160).
36. Beobachtungen der totalen Mondfinsterniss 1891 Nov. 15 auf der Kgl. Sternwarte in Palermo (129. Band, 1892, p. 137-138).
37. Avec A. MASCARI. Osservazioni di Venere fatte su Monte Cuccio (1,050 m.) (avec planche) (131. Band, 1893, p. 121-124).
38. Occultazione di Urano 3 Luglio 1892 osservata a Palermo (131. Band, 1893, p. 277-298).
39. Beobachtungen des Cometen 1898 (Coddington-Pauly) (147. Band, 1898, p. 11-12).
40. Beobachtungen des Cometen 1898 (Perrine Juni 14) (147. Band, 1898, p. 13-14).
41. Sulle bande oscillanti ed ombre fuggenti che precedono o seguono gli eclissi totali di Sole (169. Band, 1905, p. 265-266).

(A suivre.)

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

---

## Notes

**La Société astronomique de Nottingham.** — La Société astronomique de Nottingham, qui commença sa carrière en septembre 1921, tint le 15 mars 1922 une séance publique sous la présidence de M. W. Malin Hunt. Cette société a pour but de répandre dans le public le goût de l'astronomie.

A l'occasion de cette réunion, on montra des instruments astronomiques, des photographies et des diagrammes qui firent l'objet d'une conférence et donnèrent lieu à des explications fort intéressantes fournies par W. E. T. Hartley.

Le président fit sur les proéminences solaires une lecture captivante accompagnée de projections lumineuses.



D'autres conférences, également illustrées par des projections, se succédèrent sur différents sujets astronomiques.

Cette réunion fut un grand succès.

Nous formons des vœux pour le développement et la prospérité de cette louable entreprise.

L. V. A.

**L'Observatoire d'Arcetri, Florence, Italie.** — Le *R. Osservatorio Astronomico di Arcetri, Firenzi*, fait savoir que désormais son activité sera dirigée vers les études astrophysiques. Il prendra la dénomination de *R. Osservatorio Astrofisico*. Les correspondants sont priés de noter ce changement.

Par la même occasion, on nous annonce que le directeur de cet Observatoire, Antonio Abetti, ayant atteint la limite d'âge en juin 1921, s'est retiré de ses fonctions et a été remplacé par son fils Dr. Giorgio Abetti.

L. V. A.

**La lumière zodiacale.** — Elle était très nettement visible à Francorchamps (500 mètres d'altitude), le samedi 25 février. Faute d'instruments, je n'ai pu faire d'évaluation de dimensions que par rapport à la hauteur de l'étoile polaire. A 6 h. 3/4 du soir, dans un ciel exceptionnellement pur, une bande de lumière blanche s'élève à l'ouest, le milieu coïncidant approximativement avec le point de l'horizon où le Soleil se couche au solstice d'été. L'éclat de cette lumière est fort supérieur à celui de la voie lactée. Sa largeur à la base est d'une vingtaine de degrés; elle se rétrécit insensiblement jusqu'à une trentaine de degrés de hauteur, puis rapidement au delà pour ne plus former, au-dessus de 40 degrés, qu'un mince cône de lumière grisâtre qui va se fondre à quelques degrés en dessous des Pléiades. J'ai eu très nettement l'impression de la superposition de deux sources de lumière — arc crépusculaire et lumière zodiacale — en observant le phénomène à travers un spectroscopie de poche. Jusqu'à une trentaine de degrés de hauteur, le spectre continu était assez bien dessiné entre rouge et bleu; au delà, il devenait assez brusquement imperceptible.

A 9 heures 1/2, le bel éclat avait disparu; il ne restait au-dessus de l'horizon que la partie supérieure du cône qui s'estompait, dans les mêmes limites, au voisinage des Pléiades.

**Union géodésique et géophysique internationale. Section de vulcanologie.** — La Conférence de Rome du 2 mai de cette année a organisé définitivement la « Section de vulcanologie ». Tout l'honneur en revient à M. A. Lacroix, dont il est inutile de rappeler l'autorité en la matière. L'illustre savant a fait décider à l'assentiment général la création d'un Bureau vulcanologique international ayant son siège à Naples. Il sera placé sous la direction de M. Malladra, le directeur intérimaire actuel de l'Observatoire du Vésuve, qui est nommé secrétaire du Bureau international. Le monde scientifique accueillera ces deux nouvelles avec le plaisir que procurent les sentiments de la logique et de l'adéquat scientifiques. La science italienne obtient ici ce qui lui revient incontestablement.

Une succursale, en quelque sorte, de l'Observatoire du Vésuve sera établie à l'Observatoire de l'Etna et confiée à la direction de M. le prof. Giovanni Platania (Catane) bien connu par ses travaux de physique du globe effectués sur le volcan sicilien. Enfin, l'Observatoire vulcanologique américain d'Hawai travaillera désormais en collaboration avec le nouveau Bureau central de Naples.

Sous l'impulsion de M. Lacroix, l'activité du Bureau central est dès maintenant orientée. En tout premier lieu un Bulletin périodique aura pour mission de rassembler, en remontant à janvier 1914, tous les événements et données vulcanologiques du monde entier, classés par pays; les comités de recherches par leurs sections vulcanologiques seront ici les auxiliaires du Bureau central. M. Lacroix a, en outre, décidé dès aujourd'hui d'établir la Bibliographie des volcans de la Terre, parachevant sur de nouvelles bases l'œuvre entreprise déjà par Mercalli, Fischer et Elisée Reclus. Dans l'annonce que nous avons faite dans *Ciel et Terre* (p. 234) de la réunion à Rome de la première Conférence de l'Union géophysique, nous faisons précisément allusion à l'intérêt que présentait pour la Société belge d'Astronomie la constitution de la Section de vulcanologie. Nous rappelions l'œuvre de Reclus, inachevée et entreprise sous les auspices de notre Société et à son intervention directe; nous rappelions aussi que nous avions l'espoir de la voir se parachever. En présence de la situation nouvelle créée par la fondation du Bureau central vulcanologique, il ne nous reste, en toute sincérité, qu'à exprimer notre joie de voir que les efforts déjà dépensés ne l'auront pas été en vain et qu'une œuvre scientifique hautement désirable s'accomplira désormais avec certitude, avec la collaboration internationale et sous une direction, celle de M. Lacroix, qui en assure, dès maintenant, la valeur.

E. L.

**Institut géophysique de Lwow (Lemberg).** — Reconstituée politiquement par la guerre mondiale, la Pologne renaît aussi à sa vie intellectuelle propre, dans tous les domaines; comprimée depuis tant d'années dans toutes ses aspirations personnelles par ses maîtres étrangers, elle n'avait pu qu'en se cachant et par des moyens détournés, conserver quelques institutions de caractère national; il en était ainsi d'un « Musée d'Agriculture », sous la protection et l'aide duquel étaient venues se grouper différentes institutions scientifiques polonaises telles que : un réseau de stations météorologiques, une école de hautes études remplaçant une université nationale, etc... Aujourd'hui que la Pologne est libre, elle ouvre des écoles, crée des institutions scientifiques et rappelle de l'étranger ses savants exilés pour l'aider dans son œuvre. C'est ainsi que notre fidèle collaborateur de *Ciel et Terre*, M. H. Arctowski, qui fit ses débuts de météorologiste à notre Institut royal de Météorologie au retour de l'expédition de la *Belgica*, pendant laquelle il avait été le collaborateur scientifique du commandant de Gerlache, vient d'être nommé directeur de l'Institut géophysique que la République polonaise a créé à Lwow (Lemberg), capitale de la Galicie; cet institut, qui s'occupera spécialement de magnétisme terrestre, de sismologie et de physique terrestre proprement dite, formera une annexe de l'Université fondée par Joseph II. L'œuvre qu'aura à mener à bien M. H. Arctowski est difficile, car tout est à créer et les ressources de l'Etat actuellement ne sont pas grandes; mais nous connaissons assez notre savant collaborateur pour affirmer qu'il saura mener sa tâche à bien. Tous nos vœux l'accompagnent dans son labeur.

M. H. Arctowski, de passage à Bruxelles à l'occasion du XIII<sup>e</sup> Congrès international de Géologie a bien voulu nous remettre pour *Ciel et Terre* un intéressant mémoire sur la distribution et la marche comparée des taches solaires dans les deux hémisphères équatoriaux de notre astre central. Il sera publié très prochainement.

E. L.

**L'Observatoire Ximénien de Florence.** — Nous avons, en 1911, consacré quelques notes à l'histoire de l'Observatoire d'Arcetri et ensuite à celle de l'Observatoire Ximénien. La guerre a interrompu les cordiales relations scientifiques que le P. Guido Alfani, l'éminent directeur de cet établissement, entretenait avec *Ciel et Terre*, et dont nos lecteurs ont eu plus d'une fois à se féliciter; ces bonnes relations nous les avons reprises aujourd'hui et les documents que nous venons de recevoir nous permettent de compléter ces notes en ce qui concerne l'Observatoire Ximénien. Mais du temps s'est écoulé depuis leur publication et leur intérêt n'est plus aussi actuel. Nous dirons cependant aujourd'hui quelques mots de deux Notes relatives à l'organisation de l'Observatoire et dont les titres sont donnés à la Bibliographie.

La première nous entretient de l'organisation d'une station de réception de T. S. F. à l'Observatoire, en 1912. Ce fut la première érigée dans toute l'Italie par un établissement scientifique pour recevoir les signaux horaires envoyés par la Tour Eiffel, qui réalisait ainsi, sous la direction technique du commandant Ferrié (aujourd'hui le général Ferrié) une idée due à l'astronome Bigourdan. Il est intéressant de relire à l'heure actuelle le récit des tâtonnements par où passèrent ces premiers essais de réception couronnés finalement par une réussite parfaite des communications radio-télégraphiques. Le poste de la Tour Eiffel ne disposait alors que de 75 chevaux et lors des premiers essais les réceptions de jour à Florence étaient presque insensibles; inutile de dire que ces réceptions se faisaient au détecteur électrolytique et au téléphone. Malgré tous les déboires du début, le 20 avril 1912 le poste fonctionnait de la manière la plus parfaite le jour comme la nuit et ce malgré les Alpes et les Pyrénées interposées sur le trajet des ondes hertziennes.

La seconde Note que nous envoie notre aimable correspondant a trait aux installations barométriques de l'Observatoire Ximénien et est consacrée à la description d'un nouveau baromètre enregistreur à mercure inventé et réalisé par le professeur Agolini. Il existe, comme on le sait, deux classes de baromètres enregistreurs : les baromètres métalliques et les baromètres à mercure. Les premiers (Richard, Bosch, Casella, etc.) doivent être considérés comme très inférieurs aux seconds; qu'il suffise de rappeler tous les troubles apportés par les phénomènes d'élasticité, par les variations de température, etc., par le temps lui-même dans le fonctionnement de ces enregistreurs. La seconde classe, celle des baromètres à mercure, a fourni jusqu'ici les instruments les plus précis et les plus comparables à eux-mêmes, lorsqu'ils sont employés à poste fixe; nous y distinguons : 1<sup>o</sup> les enregistreurs photographiques; 2<sup>o</sup> ceux à balance, et 3<sup>o</sup> les enregistreurs mécaniques à flotteur. On reproche aux premiers leur prix, les inconvénients et les ennuis de la pratique photographique, l'exclusion de l'agrandissement des indications. L'enregistreur à balance sous la forme que lui ont donnée Spring Fuess est un instrument presque parfait, de haute sensibilité mais d'une extrême délicatesse et d'une grande complication électromécanique. Restent les enregistreurs à flotteur : on les a réalisés sous forme de baromètres à siphon, avec flotteur sur le mercure de la petite branche; simples en principe, ils sont, en pratique, d'une exécution très imparfaite, exigeant notamment des diamètres égaux des deux branches ou de rapport constant, etc.

Le barographe Agostini est également un baromètre à siphon, mais le flotteur repose sur le mercure de la chambre de Torricelli et est prolongé par une tige en invar recourbé reliée à un levier d'amplification quelconque et de même métal. Les diamètres de la cuvette et de la chambre à vide sont comme 200 est à 1. Ce dispositif

supprime en principe toutes les corrections de température, de capillarité, etc. D'après le compte rendu que nous avons sous les yeux, cet enregistreur donnerait des indications aussi précises que le Spring-Fuess, mais comme construction et fonctionnement l'emporterait de beaucoup en simplicité. E. L.

**Les Seiches des lacs écossais.**— Le professeur Forel, de Morges, a, comme on le sait, étudié scientifiquement le premier, en 1869, le problème des seiches, ces balancements rythmiques accidentels du lac de Lemman qui depuis longtemps avaient frappé les yeux des riverains; il en a précisé la vraie cause qui réside dans l'existence suffisamment prolongée d'une différence de pression notable entre les deux extrémités de la nappe d'eau; la pesanteur, agissant pour rétablir les niveaux dans le fluide déformé, est l'origine des oscillations décroissantes dont la période est en rapport avec les dimensions du lac. Forel établit à Morges, ses appareils enregistreurs destinés à fournir les variations périodiques du niveau et fut imité à Secheron par Plantamour et par Sarasin en d'autres points. Le résultat de ces études se trouve consigné dans l'admirable monographie que Forel nous a donné du Lemman; le second volume est entièrement consacré aux seiches.

Aussitôt que les premiers travaux de Forel eurent appelé l'attention d'une manière plus particulière sur ce phénomène, on le constata dans nombre d'autres grands lacs et notamment dans les lacs d'Ecosse. Sir M. Thomson engagea le professeur Chrystal à en entreprendre l'étude tant au point de vue théorique de la recherche de la périodicité de l'oscillation qu'au point de vue pratique de l'enregistrement des niveaux et enfin de la recherche des causes. M. Wedderburn, collaborateur de M. Chrystal, nous donne dans le *Quarterly Journal of the royal Meteorological Society*, July, 1922, le résumé de ces travaux.

Les études du professeur Chrystal qui forment une série de mémoires sur les seiches et une « Hydrodynamical Theory and experimental Investigation of the seiche phenomena of certain scottish Lakes » ont été publiées dans les *Proceed. of the R. S. of Edinburgh* (t. XLI, p. 644); elles ont d'ailleurs été récompensées par l'octroi du « Victoria Jubilee Prize » pour la période quadriennale 1904-1908. Les nombreuses contributions de M. Wedderburn au problème des seiches ont été pour la plupart insérées dans les *Proc.* ou les *Trans. de la Société d'Edimbourg* (1).

Le professeur Chrystal énumère huit causes possibles de production des seiches en ce qui concerne le lac Earn, près de Perth. Le bassin de ce lac peut être considéré comme une vaste cuvette rectangulaire allongée de section transversale constante, mais dont le fond serait parabolique; dans ces conditions, le professeur Chrystal a

---

(1) WEDDERBURN, « The temp. of the fresh water lochs of Scotland », *Tr. R. S. Edin.*, t. XXVI, p. 142.

— « An. exper. invest. of the temp. changes in fresh water lochs », *Proceed. idem*, t. XXVIII, p. 2.

— « Temp. obs. in Loch Garry. with notes on currents and seiches », *Proceed. idem*, t. XXIX, p. 98.

— « Observ. with an current meter. in Loch Ness », *Proceed. idem*, t. XXIX, p. 619.

— « Les seiches de température », *Arch. sc. phys. et natur. Genève*, t. XXXI, p. 134.

— « The temperatur seiche », *Trans. idem*, t. XLVII, p. 619.

— « Temp. obs. in Loch Earn », *Trans. idem*, t. XLVIII, p. 629.

pu calculer *a priori* la forme de l'onde uninodale (le nœud au centre) qui pourrait s'y produire par une dénivellation brusque entre les deux extrémités et la comparer avec les résultats expérimentaux donnés par des limnimètres installés au centre et aux extrémités. Il a pu faire des calculs analogues relatifs à des ondes naturelles polynodales. Il est facile de concevoir que le déplacement uniforme d'un système d'isobares donnés dans le sens de l'axe du lac avec une vitesse horaire convenable puisse conduire à maintenir pendant un certain temps le déséquilibre hydrostatique qui se rétablit ensuite par une oscillation rythmique naturelle; les observations ont confirmé dans l'ensemble avec une approximation suffisante cette manière de voir; les graphiques que donne le mémoire de M. Wedderburn le prouvent bien nettement.

Les autres causes qui peuvent amener des seiches, sans être aussi efficaces d'ailleurs, sont le vent ou une crue locale des eaux à une extrémité du lac due à la pluie ou enfin le débit brusquement augmenté d'un affluent.

On a reconnu aussi, et c'est là un phénomène entièrement nouveau que les observations du « Scottish Lake Survey » faites au Loch Ness, ont mis en évidence, qu'il peut se produire des seiches internes que l'on a nommé *seiches* de température. Leur origine est assez curieuse et nous chercherons à l'expliquer en quelques mots.

Dans un lac de faible profondeur (et sous la latitude de l'Ecosse), en hiver la température des eaux remuées par l'action des vents est à peu près la même du fond à la surface; à mesure que le printemps et l'été avancent, la densité superficielle diminue et le mélange en question se fait moins bien; finalement il se forme une couche superficielle à laquelle le mélange donne une température uniforme et plus bas une couche de passage ou de discontinuité où la température varie très rapidement; en dessous se trouvent les eaux froides immobiles; la profondeur à laquelle se trouve la base de la couche de discontinuité varie avec le lac étudié et la saison. Dans le loch Earn elle oscille entre 5 mètres et 10 mètres; au loch Ness elle est à peu près invariable vers 50 mètres de profondeur.

Si les températures de la couche superficielle varient notablement aux deux extrémités, des pressions inégales s'exercent sur les couches profondes et la surface de discontinuité est soumise à des ondulations, tout comme précédemment nous avons vu la surface engendrer les seiches sous l'action des inégalités de la pression atmosphérique. Ces seiches internes ne se traduisent nullement à la surface libre des eaux et ne sont révélées que par des limnimètres spéciaux. M. Wadderburn a spécialement étudié ce curieux phénomène aux lacs Ness et Earn dans ces dernières années. Il est aussi connu depuis 1910, au lac Madusee en Poméranie. E. L.

**L'Éclipse solaire totale du 21 septembre 1922, la déviation des rayons stellaires et la théorie einsteinienne (1).** — La mission de l'île Christmas n'a pas jusqu'ici été favorisée par le temps; nous avons dit combien le débarquement avait été difficile; une fois à terre, elle a reçu tout le concours possible de la Société des Phosphates établie dans l'île; mais la prolongation imprévue de la saison des pluies a rendu l'établissement des instruments photographiques et la prise des premières épreuves de la région de l'éclipse très difficiles. On a cepen-

---

(1) Voy. *Ciel et Terre*, 1920, p. 8, et 1922, p. 227.

dant pu prendre deux photographies assez bonnes de cette région avec une exposition de dix secondes. (*Observatory*, août 1922, p. 266.)

M. Davidson (*Observatory*, juillet 1922, p. 224) signale les conditions, bien moins favorables qu'en 1919, dans lesquelles se présentera l'étude de la déviation des rayons stellaires pendant l'éclipse totale de septembre 1922. Le fond du ciel sur lequel se projettera le Soleil ne nous offrira pas le spectacle des nombreuses étoiles brillantes de 1919; toutes celles qui y environneront immédiatement le Soleil, sont de grandeurs très inférieures à la première ou à la seconde, et il est à craindre que la couronne solaire n'en diminue notablement l'intensité et s'oppose ainsi à la bonne réussite d'épreuves photographiques de faible durée. E. L.

**Altitude maxima atteinte en aéroplane.** — Le « Royal Aéro-Club », représentant officiel en Angleterre de la Fédération aéronautique internationale, fait connaître que l'altitude atteinte par le major Schroeder à Dayton (Ohio) en 1920 et qui était considérée jusqu'ici comme la plus haute de toutes celles où l'homme est encore parvenu, a été fixée définitivement à 10 093 mètres. Depuis, en septembre 1921, et à Dayton encore, J. A. Mac Cready a atteint 10 518 mètres sur un avion Lepère avec moteur de quatre cents chevaux. (*Meteorological Mag.*, juin 1922, p. 138.) Le sommet de l'Everest (Himalaya) atteint 8 840 mètres au-dessus du niveau de la mer et l'expédition de 1922 a atteint la côte 8 321 mètres.

---

## Bibliographie

ALFANI, P. GUIDO, *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico. La Stazione radiotelegrafica.* — Pubbl. dell. Oss. Ximeniano, n° 115. Firenze, 1912. [L'Observatoire Ximénien et ses installations scientifiques. La station radiotélégraphique. Publ. de l'Observ. Ximénien, n° 115. Florence, 1912.]

ALFANI, P. GUIDO, *Idem. Il barometrografo Agolini.* Pubbl. dell. Oss. Ximeniano, n° 118. Firenze, 1913. [Idem. Le barométrographe Agolini. Publ. de l'Observ. Ximénien, n° 118. Florence, 1913.] Voir aux notes.

---

VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins

---

par *Hubert TSCHSCHNEUR*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences

Ancien membre de la Société Météorologique de France

Membre de la Société Astronomique de France

et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Buo du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



ANCIENNE MAISON  
S. GECELE

**D. AVANZO**

[Successeur

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**  
pour amateurs et professionnels

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**



520.6  
S

GIFT  
18 1932

XXXVIII<sup>e</sup> année — Nos 9-10

Septembre-Octobre 1922



## BULLETIN

DE LA

# *SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

**Paraissant vers le 15 de chaque mois.**



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                 | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Observations des surfaces planétaires en 1922</i> , par Marius Honnorat.                                                                                                                                                                     | 295   |
| <i>Spectacles de la nature : Un lever de Soleil vu du sommet du Niesen (Oberland bernois)</i> , par A. Boutquin.                                                                                                                                | 301   |
| <i>Les nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                                                                                                 | 308   |
| <i>Un astronome belge : Lonis Niesten (1844-1920)</i> , par Aug. Collard.                                                                                                                                                                       | 330   |
| <i>Notes : Comète Baade 1922c.</i> — Nouvelle petite planète. — Astra. — Eclipse totale de Soleil du 22 septembre 1922, par E. D. — La prévision du temps à longue échéance, J. Rouch, par J. J. — José Joachim Landerer, par Luis Rodès, S. J. | 338   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                           | 344   |
| <i>Nécrologie.</i>                                                                                                                                                                                                                              | 350   |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BÉTHUNE**, **A. BRACKE**, **H. CHARBONNEAU**, **L. FREDERICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## OBSERVATIONS DES SURFACES PLANÉTAIRES EN 1922.

### Jupiter.

Les observations qui suivent ont été faites avec mon équatorial de 153 millimètres de diamètre utile et 2<sup>m</sup>29 de distance focale, les grossissements employés variant de 145 à 250, suivant l'état de l'atmosphère. Celle-ci, d'ailleurs fort troublée généralement pendant cette opposition de l'immense planète, a rendu le plus souvent impossible l'observation des petits détails, des demi-teintes délicates et des taches claires qui sont visibles, dans des conditions favorables, même dans un instrument plus faible.

#### *Aspect général des différentes configurations :*

**Zone équatoriale :** Claire. Parsemée de plages très brillantes qui demeurent les dernières visibles lorsque le disque disparaît derrière un nuage. Elle semble traversée par endroits par des traînées obliques sombres reliant les bandes équatoriales australe et boréale.

**Bande équatoriale boréale (E. B.) :** Brune. Régulière dans son ensemble, elle présente dans certaines parties des courants sombres contournés en hélice, parfois des traces de gémation et des parties plus claires, diffuses et irrégulières.

**Bande équatoriale australe (E. A.) :** Irrégulière et moins nette que la bande équatoriale boréale. Présente des nodosités contre la zone claire équatoriale et se soude en certains points avec le segment le plus important de la grande perturbation australe.

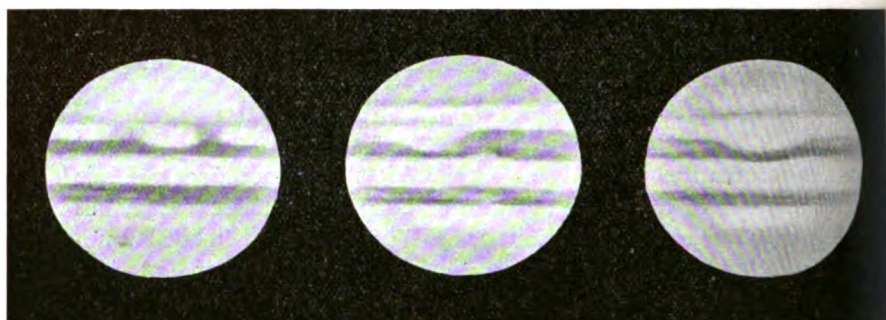
**Zone tropicale australe :** Parsemée de vastes plages claires ovales, qu'il est facile de confondre avec la tache rouge. La perturbation australe, très complexe, se divise en plusieurs segments répartis sur la circonférence entière de la planète.

**Bande tempérée australe (T. A.) :** Seule bande tempérée vue avec certitude. Elle est pâle, diffuse et offre d'importantes solutions de continuité.

#### *Détail des observations :*

12 avril 1922, 20 h. 30 (T. m. Greenwich)  $\lambda = 89^\circ$ . Syst. II. — Image médiocre, Les bandes E. A. et E. B. seules sont visibles et présentent la même intensité. La bande E. A. paraît plus large sur la moitié de droite du disque.

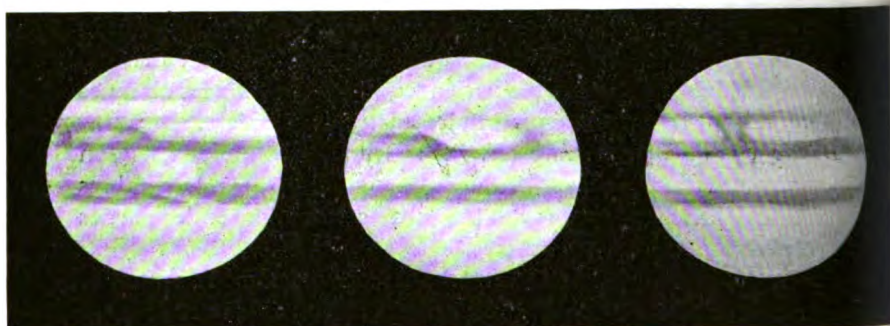
# Observations de Jupiter en 1922



26 mai, 20 h. 20 m.  
216°

1<sup>er</sup> juin, 20 h. 30 m.  
44°

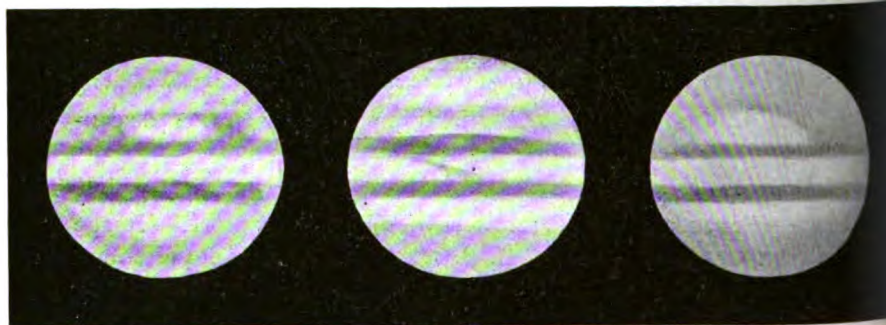
8 juin, 20 h. 40 m.  
21°



11 juin, 21 h. 0 m.  
124°

23 juin, 20 h. 45 m.  
117°

27 juin, 20 h. 25 m.  
345°



4 juillet, 20 h. 15 m.  
309°

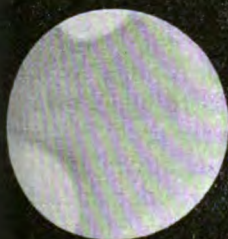
12 juillet, 20 h. 15 m.  
71°

4 août, 20 h. 27 m.  
253°

Réfracteur de 153 mm d'ouverture.



# Mars en 1922



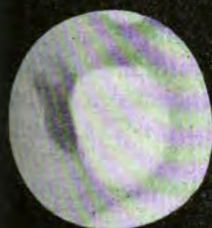
19 juin, 20 h. 55 m.  
 $\lambda = 89^\circ$



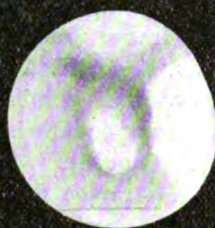
25 juin, 21 h. 0 m.  
 $\lambda = 46^\circ$



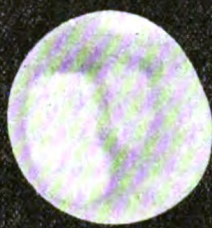
3 juillet, 20 h. 30 m.  
 $\lambda = 318^\circ$



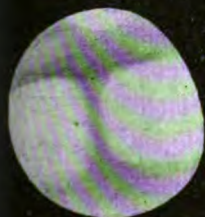
4 juillet, 20 h. 35 m.  
 $\lambda = 310^\circ$



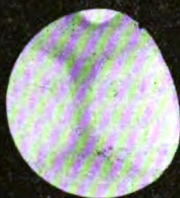
7 juillet, 20 h. 25 m.  
 $\lambda = 281^\circ$



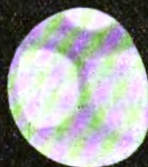
10 juillet, 20 h. 30 m.  
 $\lambda = 255^\circ$



12 juillet, 20 h. 30 m.  
 $\lambda = 237^\circ$



28 juillet, 20 h. 5 m.  
 $\lambda = 99^\circ$



20 août, 20 h. 15 m.  
 $\lambda = 231^\circ$

MARIUS HONNORAT, Barcelonnette  
(Basses-Alpes) France

*19 avril*, 20 h. 45.  $\lambda = 70^\circ$ . — Assez bonne image. Bande E. B. un peu plus foncée que E. A. Toutes deux sont géminées. Taches rondes brillantes à l'équateur. Bandes tempérées invisibles.

*26 mai*, 20 h. 20.  $\lambda = 216^\circ$ . — Ciel nébuleux. Image assez bonne, mais souvent pâle. Trois bandes bien visibles : E. B. régulière et sans nodosités, E. A. et T. A., ces dernières reliées par des ponts qui sont probablement des segments de la grande perturbation australe.

*1<sup>er</sup> juin*, 20 h. 30.  $\lambda = 44^\circ$ . — Bonne image. Nombreux détails. La bande E. B. présente des irrégularités. Bande E. A. entamée à gauche du disque par une plage claire, considérablement élargie à droite par la perturbation tropicale. Élément très fin de la bande T. A. à gauche. La calotte australe est limitée nettement par une bande estompée bien visible.

*8 juin*, 20 h. 40.  $\lambda = 21^\circ$ . — Ciel laiteux. Bonne image. Peu de détails. Bande E. A. entamée au milieu du disque par une plage claire ovale. Calottes claires.

*11 juin*, 21 h.  $\lambda = 124^\circ$ . — Image onduleuse. Ondulations très larges laissant voir les détails. Bande E. A. bien géminée à gauche. La bande E. B. présente des courants sombres contournés en hélice. Tache claire au centre du courant équatorial. La bande E. A. est la plus sombre. La bande T. A. est double.

*23 juin*, 20 h. 45.  $\lambda = 117^\circ$ . — Image floue (ondulations serrées). Vent assez fort N.-O. Tache claire ovale presque au méridien central. La bande E. A. est plus large et plus floue que la boréale qui présente deux courants bien distincts à gauche.

*27 juin*, 20 h. 45.  $\lambda = 345^\circ$ . — Assez bonne image. Ondulations courtes. Un segment de la perturbation, nettement double, traverse obliquement la zone tropicale et présente l'aspect qu'avait la perturbation à son apparition en 1901.

*4 juillet*, 20 h. 15.  $\lambda = 309^\circ$ . — Assez bonne image, agitée par mouvements. Bande E. B. plus sombre et plus large que E. A. Un élément de la perturbation australe apparaît à droite. Bande tempérée australe fine et nette. La bande E. B., régulière dans son ensemble, présente des courants obliques séparés par des parties moins sombres.

*12 juillet*, 20 h. 15.  $\lambda = 71^\circ$ . — Assez bonne image. Bande E. A. plus diffuse, plus pâle et plus large que la boréale. Bande T. A. bien visible. Une traînée transversale oblique traverse la zone équatoriale. Calotte boréale sombre et bien délimitée.

*4 août*, 19 h. 27.  $\lambda = 253^\circ$ . — Image fort agitée. Pas de détails. La

perturbation australe apparaît à droite. Tache ovale claire, très étendue dans la zone tropicale australe. Bandes E. A. et E. B. pâles et diffuses.

### Mars.

Les observations de la planète Mars ont été considérablement gênées, à Barcelonnette, par l'instabilité continuelle de l'atmosphère. Même par les soirées les plus calmes, les images étaient désespérément mauvaises, agitées sans cesse par des courants supérieurs qui présageaient presque toujours un changement de temps rapide. J'ai pris néanmoins, à l'équatorial de 153 millimètres, quelques dessins qui m'ont donné un aperçu général de l'aérogaphie, les détails étant le plus souvent invisibles par suite de la pâleur excessive des configurations martiennes.

Les grossissements employés ont varié de 145 à 250, suivant l'agitation de l'air. Les images étaient parfois si onduleuses qu'un diaphragme de 100 millimètres n'apportait qu'une amélioration insignifiante.

*19 juin 1922*, 20 h. 55 (T. m. Greenwich),  $D = 20''$  H.  $\lambda = 89^\circ$ . — Image très agitée. Très faibles estompages sur lesquels se détachent en clair les régions polaires. Impossible d'apercevoir aucun détail.

*24 juin*, 21 h.  $D = 20''$  3.  $\lambda = 46^\circ$ . — Image onduleuse. Grisailles indécises. Calottes polaires pâles. On devine la Mer Acidalienne, Margaritifer Sinus et Auroræ Sinus noyés dans un voile qui en détruit les contours.

*3 juillet*, 20 h. 30.  $D = 19''$  8.  $\lambda = 318^\circ$ . — Image très agitée. Taches sombres gris-bleuâtre : Syrtis Major et Sinus Sabæus. Le continent du centre du disque, Aeria, est d'une belle couleur orangée. Nilosyrtis est assez visible, mais le bord de Syrtis Major, du côté du limbe, disparaît sous un voile. Calottes polaires blanches, à bords indécis. Malgré le bouillement de l'image, l'ensemble forme une miniature charmante d'un brillant coloris.

*4 juillet*, 20 h. 35.  $D = 19''$  7.  $\lambda = 310^\circ$ . — Assez bonne image. Peu de détails. La Grande Syrte est beaucoup plus sombre qu'hier et les contours en sont beaucoup plus nets. On aperçoit même Eustria et on devine Solis Pons, Colæ Palus est pâle. Une tache ronde très brillante, près du pôle austral, semble faire saillie au dehors du disque. Sinus Sabæus est vague. Aeria présente le même aspect qu'hier. De faibles estompages à l'emplacement du Phison, proches du terminateur, ne sont probablement qu'un simple effet de contraste.

7 juillet, 20 h. 25.  $D = 19''3$ .  $\lambda = 281^\circ$ . — Image onduleuse. Taches estompées gris-bleuâtre. Plage claire au pôle austral : Hellas et Ausonia. Les contours de Syrtis Major sont complètement noyés dans une brume qui englobe le Nepenthès, la Lybie et Syrtis Minor.

L'Amenthès forme au milieu du disque une courbe très large et diffuse avec Nuba et le Nasamon.

10 juillet, 20 h. 30.  $D = 19''0$ .  $\lambda = 255^\circ$ . — Assez bonne image, parfois médiocre. Petits coups de vent. Vagues estompages rappelant la pleine Lune. La Grande Syrte a disparu à peu près complètement! L'Amenthès et Nuba sont assez faciles à identifier. La tache la plus visible, bien qu'encore très vague, est Syrtis Minor. Continent ocre jaune brillant au tiers de gauche. Plage claire au pôle austral.

12 juillet, 20 h. 30.  $D = 18''8$ .  $\lambda = 237^\circ$ . — Image agitée. Tache blanche au pôle austral, puis grisailles bleuâtres : Mare Cimmérium et Mare Tyrrhénum. Un canal très large et diffus part de la Mer Cimmérienne pour aboutir à une plage brunâtre vers le bas du disque, contre la tache claire du pôle boréal.

28 juillet, 20 h. 5.  $D = 16''8$ .  $\lambda = 99^\circ$ . — Mauvaise image. Estompages très faibles : région de Solis Lacus et Tithonius Lacus. Aucun détail n'est visible. La trainée qui barre le disque du nord au sud correspond au Cérannius. Point brillant au pôle austral.

30 août, 20 h. 15.  $D = 14''0$ .  $\lambda = 231^\circ$ . — Image agitée. Tache claire très étendue au pôle austral. Mare Cimmérium et Mare Tyrrhénum assez vagues. L'aspect général est la même que le 12 juillet. Elysium forme une plage claire et arrondie sans détails.

En résumé, c'est dans la planète elle-même qu'il faut rechercher les causes de la pâleur des configurations martiennes, cette pâleur cessant parfois et les taches reprenant pendant quelques heures leur vigueur presque normale. L'absorption sur les bords du disque était souvent considérable au point de rendre invisibles les taches les plus sombres. Le voile n'était d'ailleurs pas toujours uniforme, cachant certaines parties du disque et laissant subsister les autres. On ne peut attribuer un semblable phénomène à la mauvaise qualité des images, non plus qu'à la forte déclinaison de la planète, et il est intéressant de pouvoir conclure qu'un instrument d'assez faible puissance permet déjà de visu ces importantes constatations.

Octobre 1922.

MARIUS HONNORAT,  
Membre de la Société  
à Barcelonnette (Basse-Alpes).



## SPECTACLES DE LA NATURE.

### Un lever de Soleil vu du sommet du Niesen (Oberland bernois).

L'été de 1921 a été remarquable par le nombre et la durée des séries de beaux jours. Ceux qui aiment à contempler les spectacles de la Nature aux hautes altitudes, en ont largement profité et ont été récompensés de leurs peines.

Malheureusement, il n'en a pas été de même en 1922. Si l'on envisage plus spécialement la période allant de la mi-juin à fin août, on peut dire, de façon générale, que la variabilité du temps a été la règle, et que les déceptions ont été nombreuses, aussi bien pour les touristes que pour les alpinistes.

Pour étayer cette assertion, je ne ferai pas état des publications des instituts météorologiques; je ne les avais pas à ma disposition dans la montagne. On peut d'ailleurs en dire qu'à les examiner en détail, l'ensemble du tableau risque d'être rendu moins clair : « à force de regarder les arbres (ici les données détaillées des bulletins), on finit par ne plus voir la forêt ».

Je me base simplement sur les observations que j'ai faites, pendant la dite période, dans quelques stations de montagne bien connues, qui sont situées à environ 1 100 mètres d'altitude : dans la Haute-Savoie, Chamonix (1 050 m.); dans l'Oberland bernois, Kandersteg (1 169 m.), Saint-Beatenberg (1 148 m.), Grindelwald (1 057 m.), et les environs de ces quatre localités.

Si, dans les vallées et aux basses altitudes, on a eu raison de se plaindre amèrement de la persistance et du nombre de mauvais jours, — pluie, ciel couvert, absence ou insuffisance d'insolation, changements trop nombreux du temps, — il en a été de même dans les stations citées. Les séries de trois ou quatre beaux jours ont été plutôt rares. Quand le matin le ciel était azuré et pas trop nuageux, le Soleil brillant, il fallait s'empresse d'en profiter pour partir en excursion, car la variabilité des phénomènes météorologiques était telle que souvent déjà l'après-midi du même jour, un changement complet de l'état du ciel se produisait.

Telle a été la situation aux altitudes indiquées, ou supérieures. L'observation journalière des cimes élevées — de 3 000 à 4 000 mètres et au delà — faites à partir des stations citées, — au moyen d'excel-

lentes jumelles, d'une grande luminosité, et de lunettes télescopiques, conduisent aux mêmes conclusions, bien que, cependant, des ascensions y ont pu être faites, alors qu'à 1 100 ou 1 200 mètres le temps était plutôt défavorable.

En résumé, les périodes de dépressions barométriques et à allure cyclonique ou, pour parler plus simplement, les périodes de mauvais temps observées de mi-juin à fin août 1922, dans les vallées et aux basses altitudes, se sont fait sentir dans l'atmosphère,—avec certaines variantes, jusqu'au moins 4 à 5 000 mètres de hauteur.

Ce qui va suivre illustre, par un exemple bien typique, mes assertions.

Comme le temps paraissait très favorable le 8 août au matin, j'avais résolu de passer la nuit au sommet du Niesen (altitude 2 367 mètres) pour voir le lever du Soleil.

On connaît le Niesen. Il s'élève en une pyramide isolée, non loin du lac de Thun. Un funiculaire, partant de Mülenen (station du chemin de fer du Lötschberg) conduit au sommet. La vue des Alpes y est plus grandiose que du haut du Righi, seulement il y a un « mais ». Le Niesen passe, comme le Pilate, pour prophétiser le temps, et les variations de l'atmosphère s'y font sentir davantage peut-être qu'au Righi.

A 16 heures le temps était splendide à Mülenen. Mais à peine la voiture du funiculaire s'était-elle élevée de quelques centaines de mètres, qu'un vent violent, accompagné bientôt d'une pluie cinglante, se mit à sévir, et il se produisit un brusque et sensible abaissement de la température.

Le trajet dure environ 50 minutes. A l'arrivée à la station terminus, qui se trouve à une trentaine de mètres du sommet de la montagne, l'ouragan était déchaîné. Impossible de voir à un pas devant soi, le vent et la pluie faisant rage. Par moments, les rafales étaient si violentes, qu'il fallait se coller contre le rocher dans lequel est taillée la route menant à l'hôtel de Niesenkulm, et s'arcbouter pour se maintenir.

Quelle était la vitesse et la pression du vent? Impossible de l'évaluer de façon précise. Assurément, des déplacements d'air plus formidables ont déjà été observés, et certaines montagnes moins élevées que le Niesen — par exemple le Puy de Dôme, en Auvergne —, sont exposées à des coups de vent d'une force inouïe. (On n'est pas encore

parvenu à donner une explication entièrement satisfaisante de ces phénomènes anormaux.) Mais, par sa position isolée et l'orographie de la partie de la Suisse dans laquelle le Niesen se trouve placé comme un phare, son sommet est particulièrement exposé.

**19 heures.** — L'ouragan sévit toujours, sans avoir diminué de violence.

**20 heures.** — La foudre s'est mise de la partie. La lueur des éclairs — blancs-bleuâtres —, passant au travers des interstices des volets des fenêtres est visible dans la salle à manger de l'hôtel, où l'éclairage électrique est cependant très brillant.

Les coups de tonnerre font peu de fracas, ce qui s'explique par l'espace immense à découvert qui nous entoure.

Soudain un éclair plus intense, — un formidable coup sec, — la foudre vient de frapper le paratonnerre de l'hôtel. La lumière électrique s'est éteinte brusquement. Nous sommes plongés dans l'obscurité, striée par les éclairs.

**21 heures.** — L'éclairage électrique est rétabli. Les décharges atmosphériques deviennent moins fréquentes, puis cessent.

De 21 heures le 8, à 2 1/2 heures matin le 9, le vent et la pluie ne discontinuent pas.

Décidément, la partie est considérée comme perdue, nous ne verrons ni le lever du Soleil, ni le panorama.

**4 1/2 heures.** — Le personnel veille. On frappe à nos chambres : « Debout, il ne pleut plus, le Soleil va se lever. »

Les quelques rares personnes qui sont à l'hôtel se précipitent au dehors.

Un spectacle magique s'offre à nos yeux.

Il fait froid. La bise souffle encore un peu, sans violence. L'obscurité a disparu, mais ce n'est pas encore la clarté du jour, du moins sur le sommet des montagnes les plus élevées.

Le firmament est d'un azur profond; le ciel est « *lavé* ». L'air est d'une transparence inimaginable. Pas un nuage, pas la moindre vapeur « *devant nous ou au-dessus de nous* ».

Pas une étoile visible, bien que, cependant, le Soleil soit toujours sous l'horizon, et que la lueur crépusculaire fasse seule sentir ses effets.

Au loin, bien loin, vers le sud-ouest, la Lune se montre presque

rouge, le disque apparaissant de petite dimension, avec des plaques argentées par places, où s'aperçoivent, au moyen de jumelles, quelques grands traits de son écorce tourmentée. Ce n'est pas sa clarté blafarde qui illumine la scène, ou la cime des monts. Elle est comme balayée, noyée dans cette transparence si extraordinaire de l'atmosphère qui efface, annihile aussi la lumière tremblotante des étoiles, si bien que celles-ci sont invisibles.

Tout d'abord, devant nous, nos regards sont comme fascinés par le spectacle de la chaîne ininterrompue de rocs, de pics couverts de neige, ou de glaciers, qui se profile, avec une netteté surprenante, sur le ciel, en une muraille immense, gigantesque, fantastique par ses découpures, chaîne qui part de la Suisse centrale et s'étend jusque au-delà de la vallée du Rhône, vers l'Italie. 80 à 100 kilomètres d'une barrière, coupant l'horizon du nord-est vers le sud-est, dont les formes multiples se hérissent en tours de cathédrale, en pinacles, en aiguilles, s'incurvant par endroits, pour se redresser immédiatement et présenter un ensemble à la fois extraordinaire et imposant, tant par sa masse que par la variété et la richesse inouïe des détails. On reste subjugué, muet, écrasé par la sublimité de pareil panorama.

Cette barrière commence au-delà du Titlis, comprend toutes les cimes aux neiges éternelles (1), tous les « *horn* », ou « *hörner* » qui, sous les noms les plus variés, s'appliquent aux sommets des différents massifs qui se succèdent : Schwarzhorn, Tierberg, Wetterhörner, Schreckhorn, Finsterhaarnhorn, Eiger, Mönch, Jungfrau, Mithaghorn, Grosshorn, Breithorn, Blumlisalphörner, Doldenhorn, Balmhorn, Altels, Rindenhorn, Wildstrübel, Weisshorn, pour ne citer que les principales cimes dont l'altitude dépasse 3000 et 4000 mètres.

Les vallées, entre les montagnes, se devinent à peine.

La neige qui couvre ces sommets, les glaciers qui en descendent en coulées figées, ont une teinte particulière. Celle-ci leur est propre et n'emprunte rien aux rayons directs de l'astre du jour, encore invisible. C'est un blanc bien net, franc, tranchant sur le bleu profond du

---

(1) Nous disons neiges éternelles, pour employer l'expression courante.

En réalité, il n'y a pas de neiges éternelles, mais des montagnes aux neiges « *persistantes* ». La neige qui tombe sur les cimes se transforme lentement, s'agglomère par pression, pour se changer finalement en grains, en cristaux qui viennent alimenter les glaciers et s'y ajouter.

firmament, et qui n'est pas comparable à la couleur que nous leur voyons d'ordinaire, — à la neige et aux glaciers —, selon que les rayons solaires illuminent, ou non, les cimes.

Cette couleur si spéciale ajoute encore à l'étrangeté du spectacle.

**5 heures.** — Le drame solaire s'achève. A 4 1/2 heures, la scène ne nous montrait au loin, — en avant de la barrière de montagnes —, qu'une longue bande orangée, à quelques minutes d'arc au-dessus de la ligne d'horizon. Peu à peu, une seconde bande, même teinte, apparaît parallèlement à la première, puis une troisième. Vers l'Orient, les bandes se colorent en rouge, pour passer au pourpre et diffuser ensuite leurs teintes dans l'ambiance environnante. Mais Phœbus ne se montre pas encore.

On sait que la lueur crépusculaire se fait déjà sentir lorsqu'il est encore de 15 à 18 degrés, — selon l'époque de l'année —, sous l'horizon. En août, il ne descend pas à plus de 16 degrés environ.

Il s'élève cependant. Soudain le fond du décor s'embrase. Une espèce de temple avec portiques, d'un rouge de feu, se dessine pour se fondre en une masse purpurine, couleur de lave incandescente, qui jette ses feux au loin. L'incendie semble s'apaiser un moment. Le bord d'un disque rougeâtre apparaît et monte lentement. L'astre du jour est là. Bientôt il dépasse la ligne d'horizon. Sa course dans le Ciel commence.

**5 1/2 heures.** — Le Soleil s'est élevé de quelques degrés. Il a perdu sa teinte rougeâtre, pour passer au blanc d'argent. Ses rayons, peu ardents, rasant maintenant les flancs supérieurs des montagnes et font briller la neige et les glaciers. Mais ce n'est pas la splendeur éblouissante qu'on pouvait espérer au mois d'août. On dirait que le Soleil est « *mouillé* », pour employer une expression vulgaire qui rend assez bien l'impression produite.

Abstraction faite de tout le reste, considéré isolément, le spectacle du lever de l'astre n'a pas répondu à mon attente. Comme richesse et variété de teintes, de nuances, c'est plutôt une déception. J'ai vu dans la montagne d'autres levers, bien plus prestigieux par leur magnificence. Et même, comme ceux-ci paraissaient encore pâles, en comparaison des splendeurs de coloris du même phénomène observé en Orient ou dans la région du Sahara !

Mais passons. L'intérêt de la scène est maintenant ailleurs.

Tournons-nous vers le Sud. Toutes les montagnes, aux cimes neigeuses, qui séparent la Suisse de l'Italie, ou qui se dressent au-delà du lac Lemman, — invisible d'ici —, sont là, éblouissantes, serrées les unes contre les autres, dans un enchevêtrement, un fouillis qui permet difficilement de les identifier, avec quelque certitude.

La chaîne du Mont-Blanc paraît masquée, au moins partiellement.

Et toujours cette extraordinaire limpidité, cette clarté si rarissime de l'atmosphère qui permet de si bien se rendre compte des détails des reliefs, malgré l'éloignement.

Au Sud-Ouest, vers Fribourg et la région qui s'étend entre le lac de Neuchâtel —, qui apparaît comme une longue bande indécise de couleur verdâtre —, et le Lemman, — qu'on ne voit pas —, la vue n'est pas moins étonnante.

Ce ne sont plus les sommets altiers couverts de neiges et de glaciers, mais une suite de montagnes calcaireuses, — ou paraissant telles à distance —, fuyant les unes derrière les autres, aux découpures singulières, donnant à cette région un aspect que l'on ne soupçonne pas lorsqu'on la parcourt.

Puis, à l'Ouest, la ligne sombre, noirâtre du Jura, court dans ce qui, vu d'ici, paraît une plaine. Pas de sommets réellement marquants. Comme un long plateau comparable à une vaste taupinière, s'étendant du Sud vers le Nord, en s'abaissant en une bande régulière, mais dont la crête ondule en larges lignes, la chaîne jurassique semble bien peu de chose par rapport à ce que nous voyons à l'Est et au Sud de notre observatoire.

Au delà, sans accidents de terrain notables, une étendue de pays immense —, la France —, dont la ligne d'horizon est si éloignée de nous qu'on ne parvient pas à la définir.

En dessous de nous, le spectacle est fantastique. Dans les strates de l'atmosphère nous séparant des vallées et des lacs de Brienz et de Thun qui sont à nos pieds, pas de nuages, ni de vapeurs. Même limpidité de l'atmosphère qu'à l'altitude à laquelle nous nous trouvons et dans les régions supérieures. Mais plus bas, toute l'étendue qui s'étend immédiatement au-dessus de ces vallées et de ces lacs, un

véritable océan aux vagues congelées, déjetées les unes sur les autres, présentant un aspect indescriptible, recouvre tout le pays et le masque. Et cette mer glacée reste immobile, figée. Rien ne bouge, vaste linceul, aux plis rigides déjetés, que les rayons du Soleil levant lèchent, éclairent, et font briller sans parvenir à l'entamer.

Du haut du point de vue de Ster, dans le val de l'Amblève, en Belgique, et surtout du sommet de la haute colline qui sépare Membre de Bohan, sur la rive gauche de notre Semois, on peut, en automne notamment, jouir souvent des magnifiques spectacles qu'offrent les nappes de nuages qui surplombent ces deux rivières. Je les ai admirés assez souvent pour les connaître. Mais ici le tableau présente un aspect particulier si étrange, qu'il ne ressemble en rien à ce que j'ai vu précédemment.

Enfin, entre 7 et 8 heures, au dessus de cette apparence d'océan glacé, mais sans modifier son aspect général, sous l'action des rayons solaires, deux masses de vapeurs nuageuses, diaphanes, superposées, se meuvent en sens contraire.

Puis le lac de Thun, et la contrée environnante, se dégagent quelque peu pendant un instant, pour être recouverte à nouveau par la banquise glacée qui, par un vaste mouvement d'ensemble, s'est étendue vers l'Ouest.

**8 heures.** — Le spectacle perd de sa beauté.

Des nuages opaques se forment en dessous et au-dessus de nous, cachant déjà, par endroits, les cimes.

**10 heures.** — Nous quittons le Niesenkulm; le ciel s'est couvert, une pluie fine commence à tomber.

Le funiculaire amène quelques touristes. Ils auront encore vu une partie du panorama, mais jamais ils ne pourront se figurer la grandeur, l'étrangeté, le sublime du spectacle que la Nature nous a offert de 4 h. 1/2 jusque vers 8 heures du matin.

Il est inoubliable. C'est de ma vie déjà longue de touriste et d'observateur des phénomènes naturels, dans les diverses contrées où les voyages m'ont conduit, l'un de ceux qui m'ont le plus impressionné à la fois par son imprévu, sa splendeur, son intérêt et les conditions si spéciales de l'atmosphère qui l'ont produit.

Le 8 août, une profonde dépression, qui avait pris naissance au large des côtes d'Irlande, se fit sentir en Belgique, provoquant un

orage et des pluies abondantes. A l'Institut météorologique d'Uccle, on constata, le dit jour, la chute de 34 millimètres d'eau en quelques heures, quantité relativement énorme. C'est cette dépression qui aura fait sentir ses effets vers la soirée dans la région du Niesen et que, probablement, des phénomènes météorologiques ultérieurs auront modifié pendant la nuit.

A. BOUTQUIN.

---

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

WILLIAM HERSCHEL (1738-1822), l'un des plus grands observateurs dont l'astronomie puisse s'enorgueillir. Avec lui, la question des nébuleuses entre véritablement dans la phase moderne.

Il naquit à Hanovre en 1738. Son père, chargé d'une nombreuse famille, était professeur de musique; il lui apprit son art afin de lui procurer un gagne-pain. W. Herschel devint un artiste de talent et compositeur de mérite; il fut nommé chef de musique d'un régiment hanovrien désigné ensuite pour tenir garnison en Angleterre.

A cette époque, les rois d'Angleterre appartenaient à la Maison de Hanovre, duché dont ils étaient aussi souverains. Ils protégeaient les Hanovriens qui émigraient en Grande-Bretagne. C'est ainsi que notre futur astronome devint organiste d'abord à Halifax (Yorkshire), puis à Bath, ville qui déjà alors était une station balnéaire très fréquentée par la gentry anglaise. Grâce à cette dernière circonstance, il put donner des leçons et parvint à se faire en peu de temps une situation convenable, et à se procurer les moyens de satisfaire, dans une certaine mesure, ses goûts pour l'étude.

W. Herschel est, dans toute l'acception du terme, un self-made man, un autodidacte illustre. Il apprit, dans ces conditions, plusieurs langues. Pour pouvoir approfondir les théories de la musique, il s'initia aux mathématiques. Sans être devenu, à vrai dire, un mathématicien éminent, ses connaissances, en cette branche, étaient assez étendues pour lui permettre de se livrer, avec un succès inespéré, à l'étude de l'optique, *source première et féconde de sa grande illustration*. Plus tard, elles lui furent d'une extrême utilité pour ses recherches astronomiques.

Le hasard l'amena à observer les astres. Etant à Bath, il put disposer d'un télescope de deux pieds (0 m. 61 environ) de longueur



focale. L'observation du Ciel qu'il fit au moyen de cette petite lunette l'émerveilla au point de désirer la possession d'un instrument plus puissant. Mais le prix demandé pour celui-ci dépassait ses ressources. Ne pouvant l'acheter, il se décida à en faire un lui-même. Après de nombreux essais, il réussit, en 1774, à construire un télescope — modèle de Newton — de cinq pieds de foyer (1 m. 524).

Au cours de sa longue carrière, il tailla des centaines de miroirs de télescope, et construisit successivement des instruments de 7, 8, 10, 20 pieds de distance focale. Il en monta même un dont la distance focale était de 39 pieds (environ 12 mètres); le miroir avait 4 pieds 10 pouces de diamètre (1 m. 473). On obtenait des grossissements linéaires de 1 000, 2 000, 3 000, et jusque 6 000, mais ce dernier nombre est douteux. Mais cet énorme instrument, tout en étant remarquable tant au point de vue optique que mécanique, ne rendit pas tous les services que l'on en attendait.

Ce fut celui de 20 pieds (6 mètres) qui donna les meilleurs résultats. Il avait 18 pouces d'ouverture (0 m. 477), son champ était de 15'4"; grossissement 157 fois, augmenté dans la suite.

Dans la construction de ces instruments, Herschel fut secondé efficacement par l'un de ses frères, habile mécanicien. Pour les observations et les calculs astronomiques, sa sœur Caroline, qui lui servait d'aide et de secrétaire (nous en reparlerons), lui apporta un concours dévoué précieux.

Rappelons qu'il appliqua au télescope un micromètre de son invention, appelé par lui « micromètre de position », dont il se servit beaucoup pour ses observations et l'étude du monde sidéral (étoiles, étoiles doubles et multiples, voie lactée, nébuleuses).

Observateur de génie, l'étonnante perspicacité de W. Herschel, sa ténacité et sa persévérance inlassables, sa grande richesse d'imagination et de conception tempérées par un jugement pondéré et une grande réserve dans ses conclusions, l'importance de ses découvertes et de ses travaux, lui assignent l'un des rangs les plus illustres parmi les astronomes, quoiqu'il ne fût, au début, qu'un simple amateur.

Ses recherches suivies portèrent d'abord sur les étoiles doubles — dont il commença à s'occuper en 1776 — et qui étaient peu connues alors. Il avait eu un précurseur, dans cette voie, en Christian Mayer, astronome de Mannheim (1719-1783) (1), auquel on ne rendit pas la

---

(1) Ne pas le confondre avec l'astronome Tobie Mayer de Simbach (1723-1762).

justice qui lui était due. Celui-ci publia, en 1778, un ouvrage qui signalait 80 étoiles doubles, la plupart découvertes par lui. Il émit des vues très hardies, pour son temps, sur ces corps célestes, vues confirmées dans la suite par l'observation.

De 1776 à 1783, W. Herschel découvrit et étudia 450 étoiles doubles, éloignées l'une de l'autre de moins de  $32''$ , et indiqua leurs distances et leurs positions, outre un grand nombre de groupes binaires où cet écartement était plus considérable. Il reconnut les mouvements de circulation de ces corps, constitués en *systèmes, dont les éléments sont reliés entre eux par une loi commune à laquelle ils obéissent*.

Il s'appliqua, pendant toute sa vie, à ce genre d'observations, dont les autres astronomes de son temps semblent lui avoir laissé le monopole, et en 1821, à l'âge de 83 ans, il présenta encore à la Société royale d'Astronomie de Londres une liste de 145 nouvelles étoiles doubles qu'il avait découvertes.

Au moyen de son télescope de 20 pieds, il explora, notamment, les régions du ciel comprises entre  $+45^{\circ}$  (latitude Nord) et  $-30^{\circ}$  (latitude Sud) de déclinaison, en appliquant sa méthode de *jaugeages d'étoiles* (star gauges). Elle consiste à scruter, successivement, les diverses parties du ciel comprises entre ces latitudes, et de dénombrer les étoiles visibles, chaque fois, dans le champ de la lunette; comme nous l'avons dit, ce champ était de  $15^{\circ}14''$ , soit environ un quart de degré. Il fit connaître les résultats de 3,400 jauges. Ce travail, continué surtout dans l'hémisphère sud par son fils John, dont il sera question plus loin, embrasse la cent vingtième partie du ciel, et est considéré comme l'un des plus considérables de l'Astronomie moderne.

Sa découverte de la planète Uranus, en 1781, contribua beaucoup à rendre W. Herschel célèbre. Le 13 mars 1781, observant la région occupée alors par la constellation des Gémeaux, il vit un astre mobile, ayant un mouvement propre bien appréciable et dont le disque apparent s'agrandissait en employant successivement de plus forts grossissements du télescope. Ces particularités indiquaient bien que ce n'était pas une étoile. Herschel considéra ce nouveau corps comme étant une comète, et signala sa découverte comme telle à la Société royale de Londres, le 26 avril 1781. Des travaux ultérieurs, auxquels Laplace prit part, démontrèrent que l'orbite, presque circulaire, de

cet astre, ne pouvait être celle d'une comète, l'orbite des comètes étant plutôt parabolique.

Un simple amateur astronome, M. de Saron, magistrat français, versé en plusieurs sciences et notamment en astronomie, fit connaître le 8 mai 1781 la véritable nature du corps signalé, dont l'orbite est elliptique. C'était une planète, à laquelle fut donné finalement le nom d'Uranus. Herschel n'était pas intervenu dans le débat engagé au sujet de la nature de l'astre qu'il avait découvert, et qu'il appela d'abord *Georgium Sidus* (l'astre de Georges), en reconnaissance des bienfaits du roi.

Par la découverte d'Uranus, les bornes du monde planétaire étaient considérablement reculées. Depuis l'antiquité, Saturne était la sixième et dernière planète connue, distance du Soleil 1,500,000 kilomètres; celle d'Uranus est 3,000,000 kilomètres.

Lorsque les circonstances sont favorables, Uranus est visible à l'œil nu, comme étoile de sixième grandeur. Comment cet astre, facilement observable par les astronomes, a-t-il échappé aussi longtemps à leurs investigations? En réalité, il avait été vu un grand nombre de fois, mais il fut considéré comme étant une étoile, et renseigné comme tel dans les catalogues d'étoiles (1).

Le roi d'Angleterre Georges, qui supportait les frais de construction des grands télescopes de Herschel, le récompensa en lui accordant une rente annuelle de 300 guinées et lui donna une habitation à Slough, non loin du château de Windsor.

En ce qui concerne le monde planétaire, on doit encore à Herschel, entre autres, la découverte de deux satellites d'Uranus (1787), des deux satellites de Saturne, intérieurs à l'anneau (1789), des travaux relatifs à la détermination de la durée de révolution de cette dernière planète et de celle de Mars, de la rotation de Jupiter et de celle de l'anneau de Saturne; des recherches concernant les taches de Mars et l'aplatissement de Jupiter.

---

(1) Un fait analogue s'est produit avec la planète Neptune, dont l'existence et la position, assez approchée, avaient d'abord été établies uniquement au moyen du calcul en 1846 (par Adam, en Angleterre, et par Leverrier, en France), et qui fut observé peu après à Berlin, grâce aux indications fournies par Leverrier.

Neptune avait été signalée comme étoile de 8<sup>e</sup> grandeur déjà en 1795, et était inscrite comme telle dans les catalogues d'étoiles au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle.

L'illustre astronome de Slough s'occupa aussi activement de l'étude du Soleil, qu'il put observer au moyen de ses télescopes, puissants pour l'époque, dans des conditions inconnues jusqu'alors.

Il reconnut la rugosité de la surface solaire qui se présente granulée, comme une *peau d'orange*. Il fit une étude consciencieuse des taches, des facules, de la photosphère et tira, de l'ensemble de ses observations, en général exactes, des conclusions erronées; ce que l'état de la science de son temps explique. Adoptant les idées émises d'abord par le Dr Wilson de Glasgow, en 1774 (1), il les développa, et, en 1795, formula à son tour une théorie du Soleil (2) qui, par suite de l'autorité de son nom, fut admise et resta en honneur jusque vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, et même plus tard. Ces théories, celle de Wilson et de Herschel, étaient établies en prenant pour modèles la Terre et le monde planétaire. On peut les résumer comme suit : le noyau du Soleil est froid, obscur, accidenté; des contrées sont couvertes de montagnes et de vallées, la végétation y est abondante. Ce noyau est habitable. Il est entouré de deux enveloppes gazeuses : la première, extérieure, composée de nuages « empyréens », lumineux, à rayonnement intense, formant l'atmosphère solaire; la seconde, intérieure, constituée par des nuages semblables à ceux de l'atmosphère terrestre, protège les habitants du Soleil contre l'ardeur des émissions lumineuses et calorifiques de l'enveloppe extérieure. Celle-ci s'étend au loin et est très dense; un espace « clair » existe entre l'enveloppe gazeuse, ou « planétaire », inférieure et le noyau même du Soleil.

Ces théories sont abandonnées maintenant. Nous n'avons pas à nous en occuper davantage pour notre sujet.

L'un des plus beaux titres de gloire de W. Herschel fut la découverte, appuyée sur des faits précis d'observation, de la translation, dans l'espace, du Soleil et de son cortège de planètes et de satellites, c'est-à-dire de l'ensemble du système solaire. C'est l'une des questions les plus complexes et les plus délicates dont l'Astronomie ait eu à s'occuper. Nous devons forcément nous en tenir à un court exposé du problème.

Avant Herschel, des astronomes et des savants du XVIII<sup>e</sup> siècle avaient émis diverses conjectures concernant les mouvements propres

---

(1) *Philosophical Transactions*, Londres, 1774.

(2) *Idem*, 1795.

des étoiles, combinés avec celui du Soleil, qui est lui-même une étoile. Mais à cette époque, bien peu de ces mouvements étaient connus avec exactitude. Herschel démontra, par ses observations et les conclusions qu'il osa en tirer, que les étoiles ont leur mouvement et qu'elles se déplacent dans tous les sens, mais elles ne se meuvent pas *au hasard* dans leurs déplacements; par suite de la translation du Soleil, leurs déplacements paraissent se faire, en moyenne, d'après une direction déterminée. Se basant sur l'observation et l'étude rigoureuses des mouvements de six étoiles de grand éclat, il conclut que le système solaire tout entier se déplace vers un point du ciel, que l'on a nommé *Apex*, situé en 1783, d'après lui, dans la constellation d'Hercule.

Depuis lors, de nombreuses observations ont permis de déterminer les mouvements propres de milliers d'étoiles; les moyens d'observation sont devenus plus puissants et ont donné des résultats d'une précision inconnue jadis; de nouveaux procédés d'investigation ont été mis en œuvre : analyse spectrale, spectroscopie astronomique, spectro-photographie, détermination de la vitesse radiale des étoiles, méthode Doppler-Fizeau.

Mais ces méthodes, appliquées aux différents types d'étoiles, brillantes ou faibles, ou selon leur composition chimique, donnent des résultats différents, aussi bien pour la détermination de l'apex que pour la vitesse de translation du système solaire. En tenant compte des observations faites sur des milliers d'étoiles, appartenant à toutes les catégories et réparties sur l'ensemble du ciel, on a conclu, de nos jours, que le système solaire se dirige vers un point situé dans la constellation de la Lyre, un peu au sud de Wéga, et que ce déplacement s'effectue à raison d'une vingtaine de kilomètres (20 à 24 kilomètres) à la seconde. Et l'on admet en général maintenant, que l'ensemble des étoiles du ciel se divise en deux grands courants, marchant dans une direction opposée, l'un par rapport à l'autre.

Le déplacement, ou mouvement de translation du système solaire, est incontestable. S'effectue-t-il suivant une ligne droite ou une ligne plus ou moins curviligne? Peut-on accorder aux conclusions concernant la direction et la vitesse de ce mouvement, le même degré de confiance qu'en parlant, par exemple, des mouvements des corps du monde planétaire? Non. Lorsqu'il s'agit de l'Univers sidéral, plus de réserve s'impose; ce qui va suivre et l'étude des nébuleuses nous le prouveront à suffisance.

L'illustre astronome de Slough s'occupa aussi activement de l'étude du Soleil, qu'il put observer au moyen de ses télescopes, puissants pour l'époque, dans des conditions inconnues jusqu'alors.

Il reconnut la rugosité de la surface solaire qui se présente granulée, comme une *peau d'orange*. Il fit une étude consciencieuse des taches, des facules, de la photosphère et tira, de l'ensemble de ses observations, en général exactes, des conclusions erronées, ce que l'état de la science de son temps explique. Adoptant les idées émises d'abord par le Dr Wilson de Glasgow, en 1774 (1), il les développa, et, en 1795, formula à son tour une théorie du Soleil (2) qui, par suite de l'autorité de son nom, fut admise et resta en honneur jusque vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, et même plus tard. Ces théories, celle de Wilson et de Herschel, étaient établies en prenant pour modèles la Terre et le monde planétaire. On peut les résumer comme suit : le noyau du Soleil est froid, obscur, accidenté; des contrées sont couvertes de montagnes et de vallées, la végétation y est abondante. Ce noyau est habitable. Il est entouré de deux enveloppes gazeuses : la première, extérieure, composée de nuages « empyréens », lumineux, à rayonnement intense, formant l'atmosphère solaire; la seconde, intérieure, constituée par des nuages semblables à ceux de l'atmosphère terrestre, protège les habitants du Soleil contre l'ardeur des émissions lumineuses et calorifiques de l'enveloppe extérieure. Celle-ci s'étend au loin et est très dense; un espace « clair » existe entre l'enveloppe gazeuse, ou « planétaire », inférieure et le noyau même du Soleil.

Ces théories sont abandonnées maintenant. Nous n'avons pas à nous en occuper davantage pour notre sujet.

L'un des plus beaux titres de gloire de W. Herschel fut la découverte, appuyée sur des faits précis d'observation, de la translation, dans l'espace, du Soleil et de son cortège de planètes et de satellites, c'est-à-dire de l'ensemble du système solaire. C'est l'une des questions les plus complexes et les plus délicates dont l'Astronomie ait eu à s'occuper. Nous devons forcément nous en tenir à un court exposé du problème.

Avant Herschel, des astronomes et des savants du XVIII<sup>e</sup> siècle avaient émis diverses conjectures concernant les mouvements propres

---

(1) *Philosophical Transactions*, Londres, 1774.

(2) *Idem*, 1795.

des étoiles, combinés avec celui du Soleil, qui est lui-même une étoile. Mais à cette époque, bien peu de ces mouvements étaient connus avec exactitude. Herschel démontra, par ses observations et les conclusions qu'il osa en tirer, que les étoiles ont leur mouvement et qu'elles se déplacent dans tous les sens, mais elles ne se meuvent pas *au hasard* dans leurs déplacements; par suite de la translation du Soleil, leurs déplacements paraissent se faire, en moyenne, d'après une direction déterminée. Se basant sur l'observation et l'étude rigoureuses des mouvements de six étoiles de grand éclat, il conclut que le système solaire tout entier se déplace vers un point du ciel, que l'on a nommé *Apex*, situé en 1783, d'après lui, dans la constellation d'Hercule.

Depuis lors, de nombreuses observations ont permis de déterminer les mouvements propres de milliers d'étoiles; les moyens d'observation sont devenus plus puissants et ont donné des résultats d'une précision inconnue jadis; de nouveaux procédés d'investigation ont été mis en œuvre : analyse spectrale, spectroscopie astronomique, spectro-photographie, détermination de la vitesse radiale des étoiles, méthode Doppler-Fizeau.

Mais ces méthodes, appliquées aux différents types d'étoiles, brillantes ou faibles, ou selon leur composition chimique, donnent des résultats différents, aussi bien pour la détermination de l'apex que pour la vitesse de translation du système solaire. En tenant compte des observations faites sur des milliers d'étoiles, appartenant à toutes les catégories et réparties sur l'ensemble du ciel, on a conclu, de nos jours, que le système solaire se dirige vers un point situé dans la constellation de la Lyre, un peu au sud de Wéga, et que ce déplacement s'effectue à raison d'une vingtaine de kilomètres (20 à 24 kilomètres) à la seconde. Et l'on admet en général maintenant, que l'ensemble des étoiles du ciel se divise en deux grands courants, marchant dans une direction opposée, l'un par rapport à l'autre.

Le déplacement, ou mouvement de translation du système solaire, est incontestable. S'effectue-t-il suivant une ligne droite ou une ligne plus ou moins curviligne? Peut-on accorder aux conclusions concernant la direction et la vitesse de ce mouvement, le même degré de confiance qu'en parlant, par exemple, des mouvements des corps du monde planétaire? Non. Lorsqu'il s'agit de l'Univers sidéral, plus de réserve s'impose; ce qui va suivre et l'étude des nébuleuses nous le prouveront à suffisance.

Tout le monde connaît la Voie lactée, ce grand cercle, à luminosité douce, laiteuse, qui fait le tour du ciel entier. Il se subdivise, en certaines sections de son parcours, en fragments plus ou moins parallèles qui se rejoignent, en laissant entre eux des espaces sombres allongés. Quel que soit l'endroit où se trouve l'observateur, une partie seulement de la Voie lactée est visible, l'autre disparaît sous l'horizon.

Déjà, dans l'antiquité, la Voie lactée avait vivement intéressé les philosophes. L'idée la plus rationnelle émise alors, est celle de Démocrite (IV<sup>e</sup> ou V<sup>e</sup> siècle avant J.-C.). Il la considérait comme un immense amas d'étoiles dont, en raison de leur extrême éloignement, la lueur se confond et produit l'apparence vaporeuse, laiteuse que nous connaissons. Par l'examen, dont nous avons déjà parlé, qu'en fit Galilée, au moyen du télescope, il constata qu'elle renfermait une masse innombrable d'étoiles, d'où il crut pouvoir conclure qu'elle était *entièrement* composée d'étoiles. Kepler s'en était occupé également. Il considérait la Voie lactée comme un *anneau* formé d'étoiles, dans le plan et le centre duquel devait se trouver notre Soleil. Plus tard, il exprima l'avis que celui-ci pouvait n'être qu'une étoile, qui nous apparaissait plus brillante que les autres étoiles, uniquement en raison de sa proximité relative de la Terre. Puis il admit que toutes les étoiles sont des soleils, ayant des satellites, assimilables à notre monde planétaire.

L'opinion de Galilée fut d'abord admise par les astronomes. Mais l'on s'aperçut que, malgré l'augmentation de puissance des télescopes, des parties de la Voie lactée conservaient leur aspect, sans qu'on parvint à y découvrir d'étoiles.

J'ai exposé les vues si intéressantes de Lacaille sur cette question — il fut vraiment un précurseur (1) — et celles de Kant (2).

Et nous arrivons à William Herschel, à qui nous devons la première étude approfondie, fructueuse, de la Voie lactée, et l'hypothèse cosmogonique qu'il en déduisit; elles ont servi de base à la plupart des travaux et des suggestions de l'espèce, publiés au cours de la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> et d'une grande partie du XIX<sup>e</sup> siècle.

Il y consacra plus de trente ans de sa carrière, et l'on peut dire que c'est lui qui, antérieurement au XX<sup>e</sup> siècle, fit le mieux connaître les grandes lignes, la structure générale de l'Univers sidéral.

---

(1) *Les Nébuleuses*, « Bull. Soc. belge d'Astr. ». Février 1922, p. 42-43.

(2) *Id.* id. Août 1922, p. 272.



Pour observer la Voie lactée, il appliqua sa méthode de jaugeage, de sondage indiquée plus avant. D'après ses Mémoires, publiés en 1784 et 1785 (1), la Voie lactée constitue une *couche (a stratum)*, ou disque aplati (de forme comparable à une lentille bi-convexe, ou à une montre), vers le *centre* de laquelle se trouverait notre Soleil. Elle serait environ cinq fois et demie plus étendue dans le sens de l'axe le plus long du disque — axe diamétral — que dans le sens de l'épaisseur. La plus grande étendue, qui est comprise entre la constellation de l'Aigle (hémisphère boréal) et celle de la Licorne (hémisphère austral), serait égale à huit cent dix-sept millions de fois la distance de la Terre au Soleil, d'après Herschel, et il estime que la lumière mettrait environ treize mille ans à franchir cette étendue. (Rappelons que la distance moyenne de la Terre au Soleil est de 149,500,000 kilomètres, disons 150,000,000 de kilomètres, selon les estimations les plus récentes.)

L'astronome de Slough était d'avis que les étoiles extrêmes du système galactique se trouvent à une distance de la Terre, égale à quatre cent quatre-vingts millions de fois le rayon de l'écliptique, distance parcourue par la lumière en sept mille cinq cents ans. (Vitesse de la lumière 300,000 kilomètres environ à la seconde.)

Mais, ainsi que l'astronome russe F. Struve (2) et d'autres après lui, l'ont fait remarquer, Herschel abandonna dans la suite ses premières vues, qui étaient basées sur deux hypothèses, qu'il reconnut être erronées : 1° celle d'une grosseur et d'une distribution *uniformes* des étoiles visibles; 2° celle d'une pénétration de son télescope de 20 pieds au delà des limites de la Voie lactée.

Dans les Mémoires qu'il publia dans les *Philosophical Transactions*, en 1794, 1802, 1817 et 1818, il modifia ses premières conclusions. Finalement, il reconnaît que son télescope de 20 pieds, et même celui de 40 pieds, n'ont pas une puissance suffisante pour pénétrer dans les profondeurs extrêmes de la Voie lactée, et les déclare insondables (*fathomless*).

Il renonce à assigner une forme ou des limites définies à la Voie lactée. En se rapprochant de cette dernière, le nombre des étoiles augmente. Dans la Voie lactée même, elles sont distribuées autre-

---

(1) *Philosophical Transactions*, vol. 74, 1784; *Id.*, vol. 75, 1785.

(2) F. Struve (1793-1864), célèbre astronome russe. Directeur de l'Observatoire de Pulkova (Pétrograd).

ment que celles qui sont plus rapprochées de nous, mais il existe cependant une loi générale de *condensation* autour d'un plan médian (*ground-plan*). Cette condensation n'est pas uniforme ; les étoiles se groupent en amas irréguliers. Si nous voyons moins d'étoiles dans le sens de l'épaisseur du disque, que dans le sens de la plus grande longueur, ou sens diamétral, c'est que nous sommes placés au centre ou vers le centre de l'Univers galactique, de sorte que notre œil embrasse une étendue moins grande dans l'une direction que dans l'autre.

Dans l'hémisphère austral, à part certaines particularités remarquables dont il sera question au moment opportun, la Voie lactée se présente *dans l'ensemble* comme dans l'hémisphère boréal. Après Lacaille, c'est à John Herschel, fils unique de William, qui fit, pendant la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, le mieux connaître le ciel de l'hémisphère sud. Le nombre de ses observations, l'importance de ses travaux l'emportent considérablement sur ceux de Lacaille. Pour pouvoir poursuivre ses recherches dans les conditions les plus favorables, John Herschel alla résider pendant cinq ans au Cap de Bonne-Espérance (de 1834 à 1838). Il y monta un observatoire, dont le principal instrument était le télescope de 20 pieds, construit à Slough. Suivant la méthode que celui-ci lui avait apprise, il scruta le ciel austral par jauges successives ; leur nombre s'élève à 2,299, comprenant 68,948 étoiles. Tablant sur ses observations et celles de son père, il établit un calcul suivant lequel plus de cinq millions et demi d'étoiles brillantes étaient visibles, au moyen du télescope de 20 pieds, dans la totalité du ciel des deux hémisphères, mais ce nombre ne représente pas, de loin, le nombre réel, parce que les petites étoiles — paraissant petites à cause, souvent, de leur extrême éloignement — étaient en telle quantité dans certaines régions du firmament, ou dans certains groupes ou amas d'étoiles, qu'il était impossible de les compter. J. Herschel signale la diminution graduelle, rapide, du nombre d'étoiles à partir, et de chaque côté du plan médian de la Voie lactée. Le même fait se constate dans l'hémisphère nord.

Jusqu'ici je n'ai pas parlé des amas d'étoiles, ni des nébuleuses de la Voie lactée, ou de leurs rapports avec celle-ci, bien que, cependant, elles en forment un élément de première importance. Il m'a semblé préférable de ne pas scinder ce qui se rapporte à ces deux catégories de corps célestes, dont il sera question dans un instant.

Les observations et les travaux de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, mais surtout ceux entrepris depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, soit depuis une vingtaine d'années, n'ont pas modifié sensiblement les vues d'ensemble de W. Herschel au sujet de la distribution générale des étoiles, mais ils nous ont fait connaître, à mesure que les moyens et les procédés d'investigation devenaient plus puissants et plus précis, la complexité et la grandeur des problèmes à résoudre, problèmes que les deux Herschel n'ont pu qu'ébaucher, ou qu'ils n'ont pas même soupçonné. Nous les rencontrerons à mesure de l'avancement de notre travail.

Disons, dès maintenant, que l'étendue de l'Univers stellaire a été reconnue beaucoup plus vaste que l'on ne pouvait le prévoir du temps des Herschel. Et déjà ici, nous allons rencontrer ces divergences que l'interprétation des observations, faites en utilisant les plus modernes moyens de recherche, a fait surgir. Quelles sont les dimensions de la galaxie indiquées par la Voie lactée, d'après les données les plus récentes?

Shapley estime que le système galactique est au moins dix fois plus grand en diamètre, et au moins un millier de fois plus grand en volume, qu'on ne l'a estimé précédemment. Par contre, Curtis maintient que, pratiquement, l'étendue de la galaxie dans le sens de son diamètre — donc dans le sens de la plus grande dimension — ne dépasse pas 30,000 années-lumière, nombre maximum qui, d'après lui, ne sera pas dépassé. (W. Herschel admettait 7,500 années-lumière.) Son contradicteur estime que cette étendue est de 300,000 années-lumière. Dans le sens de l'épaisseur, pour Curtis l'étendue de la galaxie est peut-être de 5,000 années-lumière, tandis que pour Shapley elle est de 30,000 années-lumière, ou davantage. Soit donc une différence de 1 à 10 dans la direction diamétrale ou médiane, et de 1 à 6 dans l'autre direction. Où est la vérité? Or, Shapley et Curtis, deux astronomes américains, sont considérés, de nos jours, comme deux autorités d'une compétence toute spéciale dans ce genre de recherches et de travaux (1).

D'après Shapley encore, notre Soleil n'occupe pas une position

---

(1) *The scale of the Universe* (La dimension de l'Univers), by Harlow Shapley Mount Wilson Observatory, Carnegie Institution of Washington, and Heber D. Curtis, Director Alleghany Observatory. (Bulletin May 1921, of the National Research Council, National Academy of Sciences, Washington U. S. A.)

centrale, ou à peu près centrale, de la galaxie. Il semble se trouver au centre, ou près du centre, d'un grand amas local, ou nuée, mais cette nuée est au moins à 50,000 années-lumière du centre de la galaxie.

La distance parcourue par la lumière en une année (à raison d'environ 300,000 kilomètres par seconde), représente  $9,5 \times 10^{12}$  kilomètres, ou 9,500,000,000,000 kilomètres.

Selon les conclusions de Shapley, le Soleil se trouvait donc à *cinquante mille fois* ce nombre de kilomètres, ou à 475,000,000,000,000 kilomètres du centre de la galaxie.

A ce propos, Shapley dit :

« Il y a vingt ans, Newcomb faisait la remarque que le Soleil « paraît » se trouver dans le plan galactique, parce que la Voie lactée est un grand cercle — une bande circulaire de lumière — et que le Soleil « paraît » ainsi près du centre de l'Univers parce que la densité stellaire décroît avec la distance, dans toutes les directions. Mais il concluait comme suit :

« Ptolémée montrait par l'évidence, qui, à son point de vue, était aussi bien établie » que celle que nous avons citée, que la Terre était fixe au centre de l'Univers. » Ne pouvons-nous pas être victime d'une illusion, comme il le fut ? »

» Notre présente réponse à la question de Newcomb est que nous avons été trompés par des méthodes restrictives de mensuration des distances et par la position fortuite du Soleil près du centre d'un système dépendant, subordonné (near the center of a subordinate system); nous avons été induits en erreur par les phénomènes qui sont la conséquence de notre idée d'être au centre des choses. De la même manière, les anciens furent induits en erreur par la rotation de la Terre, produisant chaque jour l'apparence de translation de tous les corps célestes autour de notre globe, ce qui leur faisait croire que notre petite planète était le centre de l'Univers, et que les divinités terrestres avaient créé et dirigeaient le tout. »

Pour Shapley encore, la Voie lactée n'est pas une entité distincte réelle; elle nous présente simplement une apparence optique provoquée par l'épaisseur de la galaxie. Curtis estime, au contraire, que la Voie lactée se présente à nous comme telle, au moins autant par suite de sa structure même que par un effet d'optique ou une apparence due à l'épaisseur de la galaxie.

Ces divergences si profondes ne s'arrêtent pas là. Elles s'appliquent, pour ainsi dire, à toute l'organisation de l'Univers cosmique, en d'autres termes, aussi bien à la partie de l'Univers sidéral circonscrite par le grand cercle appelé *Voie lactée*, et à l'ensemble de laquelle on a donné le nom de *galaxie*, qu'à toutes ses parties situées en dehors de celle-ci, sans qu'on puisse leur fixer de limites. Elles concernent

donc aussi les nébuleuses dont nous allons nous occuper maintenant; il en sera question chemin faisant.

W. Herschel commença à s'occuper des nébuleuses vers 1780. A ce moment, on ne connaissait que 65 nébuleuses environ, en y comprenant celles découvertes par La Caille en 1755 et les amas d'étoiles. La *Connaissance des Temps* (Paris) publia en 1783 et en 1784 une liste des nébuleuses signalées par Messier et Méchain. Le total général de ces corps connus alors ne dépassait pas 170 objets.

Quant à leur nature ou à leur composition, aucune étude sérieuse n'en avait encore été faite, mais les suggestions philosophiques de l'astronome français La Caille, qui ont été mentionnées plus avant, ouvrirent ou montrèrent la voie à W. Herschel. Avec celui-ci une ère nouvelle commence pour l'observation et l'examen de ces corps. Il s'en occupa pendant trente-quatre ans et il ne découvrit pas moins de 2,500 nébuleuses ou amas d'étoiles. Mais, ce qui mérite surtout l'admiration, c'est le soin et la conscience qu'il a apportés à leur étude, et les conclusions si importantes, pour la connaissance de l'Univers sidéral, qu'il en a déduites. Son œuvre, dans cette voie, peut être considérée comme nouvelle et elle fut d'une portée immense; le champ d'investigation de l'Astronomie était étendu dans des proportions insoupçonnées jusqu'alors.

Le premier grand Mémoire de Herschel publié dans les *Philosophical Transactions* en 1783 (1), ne parle pas expressément des nébuleuses. Il s'occupe de la translation du système solaire dans l'espace, mais il y fait ressortir l'action prédominante, dans tout l'Univers, de la gravitation. Quoiqu'il ne l'ait pas dit explicitement, il ne semble pas admettre les idées de Tycho-Brahé et de Kepler, qui supposaient les nébuleuses formées d'une matière d'essence éthérée. C'est dans son Mémoire de 1784 (2), qu'il aborde la question des nébuleuses. Il observa d'abord celles mentionnées dans la *Connaissance des Temps*. pour étendre ensuite ses recherches. Fait extraordinaire, dès le début, il décrit à peu près toutes les formes de nébuleuses qui ont été connues jusque vers 1846, époque à laquelle, par l'emploi d'un télescope plus puissant que celui de Herschel, Lord Rosse put signaler de nouvelles structures. Herschel note déjà, en 1784, que certaines régions du Ciel

---

(1) *Philosophical Transactions*, vol. 73, publié en 1783.

(2) *Idem*, vol. 74, publié en 1784.

sont dépourvues d'étoiles et qu'elles sont si invariablement suivies par l'apparition de nébuleuses à leurs confins, qu'il avait l'habitude de dire à son aide (sa sœur), lorsque l'une d'elles venait de défiler devant son télescope : *Préparez-vous pour les nébuleuses*. Et cette remarque contribua à renforcer son idée du pouvoir de la gravitation, d'agglomérer les corps célestes, influence qui avait amené la formation des essaims, ou groupes d'étoiles, dont les nébuleuses étaient, d'après lui, uniquement composées.

Dans ses Mémoires ultérieurs de 1785 (1), 1786 (2), 1789 (3), il maintient sa manière de voir. Celui de 1786 contient un catalogue d'un millier de nébuleuses, et celui de 1789 un second catalogue. Il estime que c'est à l'insuffisance de nos moyens d'investigation et à l'extrême éloignement des nébuleuses, qu'est due notre impuissance à les décomposer, à les *résoudre* en étoiles distinctes. Les groupes d'aspect nébuleux, dont la luminosité nous paraît légèrement colorée en rouge, ou en jaune, lui semblent les plus facilement résolubles. Ils se trouvent, présume-t-il, à une distance environ 600 fois supérieure à celle des étoiles de première grandeur, et leurs dimensions sont au moins égales à celles de la Voie lactée. A mesure que l'éloignement des groupes augmente, leur éclat faiblit, et ceux dont nous n'apercevons qu'une lueur laiteuse, doivent se trouver au moins 8000 fois plus éloignés de la Terre que les étoiles de première grandeur ; la lumière ne nous en parvient qu'après 100 à 120,000 ans.

Telle est la première phase des travaux de Herschel en cette matière. Pendant cette période, il a une tendance, comme le remarque F. Struve, à ne considérer que les rapports *optiques* des phénomènes célestes dont il s'occupe. Mais, en 1791 (4), il publie un mémoire remarquable sur les « étoiles nébuleuses » (*Nebulous stars, properly so called*), qui montre le changement de ses idées. Il y envisage les relations *physiques* des phénomènes célestes. La seconde phase de ses recherches, de ses méditations, commence.

Ce mémoire est trop long pour en donner *in extenso* la traduction. Herschel nous fait assister, en quelque sorte, aux hésitations, à la lutte qu'il soutient contre lui-même, pour abandonner sa première

---

(1) *Philosophical Transactions*, vol. 75, publié en 1785.

(2) *Idem*, vol. 76, publié en 1786.

(3) *Idem*, vol. 79, publié en 1789.

(4) *Idem*, vol. 81, publié en 1791.

manière de voir. Dans ses conclusions, il insiste pour qu'on ne les attribue pas à des raisonnements hypothétiques ; elles sont objectives, basées sur l'observation des faits. Ayant découvert un certain nombre d'étoiles entourées d'un fluide, d'une atmosphère lumineuse très étendue, il les soumet à un examen minutieux. Ses déductions finales sont que ces corps possèdent un noyau central, qui n'est pas une étoile, ou une étoile d'un fluide lumineux d'une nature inconnue. C'est sa première allusion à la *matière nébulaire*. Il nomme cette classe d'objets, des *étoiles nébuleuses*. Elles nous montrent la transition entre les essaims composés d'étoiles, et les nébuleuses, non stellaires, formées d'une matière rayonnante, lumineuse par elle-même. Disons, dès maintenant, que nombre d'astronomes modernes admettent l'existence, au moins dans une certaine catégorie de nébuleuses, d'un élément gazeux inconnu, auquel le nom de *nebulium* a été donné, mais dont la composition, ou le rôle, sont encore mal ou peu connus.

Herschel reste ensuite dix ans sans rien publier sur ce sujet. Il semble se recueillir et vouloir accumuler les faits avant d'avancer d'un nouveau pas. Puis, en 1802 (1), paraît un catalogue de 500 nouvelles nébuleuses (le troisième), étoiles nébuleuses, nébuleuses planétaires et essaims d'étoiles, avec un exposé : *Observations astronomiques relatives à la construction des cieux, arrangées afin de les soumettre à un examen critique, dont le résultat semble jeter quelque lumière sur l'organisation des corps célestes*. Dans ce mémoire, les différentes espèces de nébuleuses connues avant lui et celles qu'il a découvertes sont classées de telle manière que chacune d'elles aide à comprendre la nature et le mode de formation des autres ; il les range selon leur affinité avec la classe qui précède et celle qui suit. Il ajoute : « Cette considération sera une excuse suffisante pour justifier le grand nombre de divisions dans lesquelles j'ai rangé les corps en question. » On peut résumer cette classification comme suit :

1. *Nébuleuses diffuses étendues*. — Nébulosités répandues dans diverses parties du ciel, visibles seulement au moyen de son grand télescope, lorsque l'atmosphère est très claire et que l'œil de l'observateur se trouve dans des conditions favorables. Il signale 52 nébuleuses semblables observées de 1793 à 1802. Il remarque que ces nébulosités diffuses s'étendent sur un espace très notable, car, en les

---

(1) *Philosophical Transactions*, vol. 101, publié en 1802.

additionnant d'après les tables qu'il en a dressées, elles recouvrent 151,7 degrés carrés du Ciel, mais ces données n'indiquent nullement leurs limites réelles. Et il ajoute : « Il est évident que l'abondance de la matière nébulaire diffusée sur pareil espace des cieux, doit dépasser toute imagination ».

2. Nébuleuses galactiques.

3. — brillantes en plus d'un endroit.
4. — doubles, triples, quadruples, sextuples.
5. — longues, mais étroites.
6. — étendues.
7. — irrégulières.
8. — globulaires.
9. — brillantes, ou dont l'éclat est au centre, ou augmente graduellement, ou brusquement, vers le centre.
10. — globulaires avec noyau brillant au centre, ou vers le centre.
11. — cométaires. Aspect d'une comète.
12. — planétaires. Ainsi appelées parce qu'elles affectent la forme d'une planète vue au télescope. Leur forme apparente est ronde ou ovale; les contours en sont nets, ou légèrement vaporeux.

Ces divisions sont établies uniquement d'après l'aspect des nébuleuses. En réalité, il n'existe pas toujours de différences nettement tranchées entre ces diverses catégories. Si l'on veut ranger les 2 500 nébuleuses et amas d'étoiles découverts par l'illustre astronome de Slough, en grandes classes, on obtient les subdivisions suivantes :

- |              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| Classe I.    | Nébuleuses brillantes, 288;          |
| Classe II.   | — faibles, 907;                      |
| Classe III.  | — très faibles, 978;                 |
| Classe IV.   | — planétaires, 78;                   |
| Classe V.    | — très grandes, 52;                  |
| Classe VI.   | Amas très serrés et très riches, 42; |
| Classe VII.  | — condensés, 67;                     |
| Classe VIII. | — disséminés, 88,                    |

soit 2 303 nébuleuses et 197 amas.

Les observations de nébuleuses ont été continuées par John Herschel à Slough d'abord pour l'hémisphère boréal, probablement avec la collaboration de l'astronome James South (1785-1867), avec



qui il travailla de concert pour l'observation des étoiles doubles. Comme il a été dit précédemment, à propos de ces dernières, John Herschel s'installa au cap de Bonne-Espérance de 1834 à 1838, pour observer le Ciel austral. Son catalogue de nébuleuses et d'amas d'étoiles de cet hémisphère en mentionne 1708. Sur ce nombre, 1269 ont été découvertes par lui au Cap, 89 à Slough, 135 par son père à Slough, 9 par Messier à Paris et 206 par l'astronome Dunlop, qui avait fait des observations en Australie.

Le catalogue général du Ciel des deux hémisphères, qu'il a publié en 1847, renseigne 4014 nébuleuses et amas d'étoiles. Il les divise en trois grandes classes, d'après le degré de régularité de leur forme extérieure :

1. Nébuleuses régulières.
2. — irrégulières.
3. Amas d'étoiles.

J. Herschel a observé au Cap, de façon approfondie, les Nuées de Magellan, nommées aussi les *deux Nuages*, qui forment l'une des plus grandes curiosités du Ciel. Il en a donné une description détaillée, mais, pour éviter des redites, il en sera question lorsque nous aborderons l'exposé des travaux entrepris depuis le commencement du XX<sup>e</sup> siècle.

Les classifications de nébuleuses des deux Herschel ont été en partie abandonnées, modifiées ou complétées dans la suite. De nouvelles catégories ont été cataloguées au cours du XIX<sup>e</sup> siècle : les nébuleuses *lenticulaires*, qui ressemblent à des masses aplaties; les *annulaires*, affectant diverses formes rondes ou allongées, ou complexes, avec, parfois, des vides entre les contours figurant un anneau dont la forme varie selon l'objet; ces deux catégories ont été découvertes par John Herschel; les nébuleuses *spirales*, avec des spires comme celles d'une coquille, mais dont les circonvolutions sont souvent irrégulières (1).

Nombre d'astronomes ont aussi adopté une nomenclature générale plus simple : 1. amas d'étoiles (clusters of stars; Sternhaufen); 2. Nébuleuses *résolubles* (resolvable nebulae; auflöslliche Nebelflecke); 3. Nébuleuses *irrésolubles* ou nébuleuses *proprement dites*

---

(1) Des illustrations des principales formes de nébuleuses seront publiées lorsque nous aborderons les travaux réalisés depuis le commencement du XX<sup>e</sup> siècle.

(nebulae properly so called ; Nebelflecke selbst angenommen). Mais cette classification ne répond pas, non plus, aux nécessités actuelles de la science. Ne nous y arrêtons pas davantage ; la question sera forcément reprise plus loin.

*Distribution des nébuleuses d'après les Herschel.* — Elles nous apparaît irrégulière si l'on envisage l'ensemble du Ciel. Les deux Herschel ont signalé ce manque de symétrie. Il existe surtout dans l'hémisphère Nord, où le nombre des nébuleuses semble plus élevé que dans l'autre hémisphère. D'après le premier catalogue de John Herschel, qui mentionne 2,306 nébuleuses pour l'hémisphère boréal, on trouve 1,342 nébuleuses dans un espace du Ciel compris entre 9 et 15 heures d'ascension droite (maximum 441 entre 12 et 13 heures). Par contre, ce catalogue renseigne seulement 964 nébuleuses dans le reste du Ciel boréal, soit donc dans des espaces représentant au total dix-huit heures d'ascension droite. Leur nombre diminue rapidement de 0 heure à 9 heures, et la chute est brusque de 15 heures à 23 heures. Constellations de l'hémisphère boréal les plus riches en nébuleuses, d'après le dit catalogue : Lion ; petit Lion ; corps, queue et jambes de derrière de la Grande-Ourse ; museau de la Girafe ; extrémité de la queue du Dragon ; les Chiens de chasse ; la Chevelure de Bérénice ; la tête, les ailes et les épaules de la Vierge.

Dans l'hémisphère austral, la distribution est plus régulière. Il semble y avoir alternance de groupes de nébuleuses, auxquels succèdent des régions qui en sont dépourvues. Mais les amas globulaires de la région sud du Ciel présentent une caractéristique remarquable, entre environ dix-sept heures et dix-neuf heures d'ascension droite, dans les constellations suivantes : Couronne australe ; corps et tête du Sagittaire ; queue du Scorpion ; Télescope et Autel.

Enfin, W. Herschel a signalé également que l'agglomération des nébuleuses existe surtout, dans l'hémisphère boréal, vers le pôle Nord de la Voie lactée (région nébuleuse de la Vierge), ou au delà. Son fils a fait la même constatation pour le pôle Sud, dans l'hémisphère austral (région nébuleuse de la constellation des Poissons). Dans la galaxie limitée par la Voie lactée, le nombre de nébuleuses est *relativement* peu élevé, abstraction faite, dans la région du sud, des amas globulaires signalés plus haut. W. Herschel en arrive ainsi à conclure qu'il doit exister, au delà de la Voie lactée, d'autres Univers qu'il nomme *Univers-iles*. Cette question ou suggestion, des Univers-iles, est liée à

celle de l'étendue de l'Univers sidéral et de la détermination du domaine de la Voie lactée, question controversée de nos jours et dont nous venons de donner un aperçu. Nous y reviendrons dans la suite.

*Hypothèses cosmogoniques de W. Herschel.* — La matière nébuleuse (ou nebulaire) est répandue à profusion dans l'espace; elle constitue l'élément primitif dont l'Univers s'est formé. Sous l'influence de la gravitation, cette matière se condense et elle ne devient visible que lorsque ce phénomène d'agglomération a atteint un certain degré. Dans la masse chaotique, il se forme des centres locaux d'attraction vers lesquels la matière environnante se précipite. Cette concentration s'opère graduellement; arrivée à un certain stade, elle forme de grands *lambeaux nébuleux irréguliers* (nebulous patches), émettant une faible lumière diffuse qui leur est propre et n'est pas empruntée à d'autres corps célestes. Peu à peu, la condensation continue; le lambeau nébuleux diminue en étendue, mais ses contours se précisent et son éclat augmente. La seconde phase de son existence a commencé; ce lambeau est devenu une *nébuleuse proprement dite* (nebula properly so called). Puis, au centre ou vers le centre, toujours par condensation, se forme un *noyau* qui gagne en importance, au détriment du reste de la nébuleuse. Celle-ci est devenue une *nébuleuse à noyau* (nuclear nebula). Ce noyau, à son tour, apparaît plus brillant et se transforme en étoile, entourée d'une faible atmosphère; il est passé au rang d'*étoile nébuleuse* (nebulous star). Mais cette atmosphère subit à son tour la loi d'attraction; elle se précipite sur le noyau stellaire. La dernière étape de transformation ou évolution, disons constitutive, est franchie; l'étoile nébuleuse brille comme notre Soleil, elle est une étoile à ranger parmi les millions d'autres étoiles de l'Univers.

Nous donnons ici l'explication du cas le plus simple. Mais, dans les lambeaux lumineux, il peut se produire plusieurs centres de condensation, et le résultat final sera l'apparition d'étoiles doubles ou multiples ou d'amas d'étoiles.

Que le lecteur veuille se rappeler, maintenant, ce qui a été dit de l'action du centre de gravité (d'attraction) d'un système, centre qui sert de pivot aux corps célestes appartenant à ce système (1). Coïncidera-t-il exactement avec le centre de figure de la matière nébulaire?

---

(1) Voy. Bulletin du mois de mars 1922, p. 93-94.

Ce qui se produit pour les corps de système solaire, nous montre que le cas paraît improbable, ou tout à fait exceptionnel. W. Herschel estime que l'excentricité de mouvement qui résulte de ce manque de concordance entre le centre d'attraction et le centre de figure, combinée avec la force d'attraction, imprime à l'astre un mouvement de rotation sur lui-même. Du temps des Herschel, on n'avait aucune idée des phénomènes physiques de la matière, révélés par la science moderne. Ils pouvaient donc croire que la gravitation et les lois de la mécanique connues alors, étaient seules en jeu. Comme nous le verrons plus loin, nous savons maintenant qu'il y a à tenir compte d'actions bien plus complexes, inhérentes à la nature même de la matière, lorsqu'il s'agit d'expliquer le processus de formation et les mouvements des nébuleuses.

Les idées de W. Herschel se rapprochent de celles de Kant, développées et présentées à nouveau, avec plus de précision mathématique, par Laplace. Mais il avait été précédé en Angleterre par le livre de Wright, publié à Londres en 1750, et dont Kant s'était inspiré (1).

Le Mémoire publié par W. Herschel en 1791 (2), dans lequel apparaît son changement d'opinion au sujet de la nature des nébuleuses, contient un passage qui acquiert un intérêt tout particulier à la suite des conclusions des remarquables travaux de l'Observatoire de Mount-Wilson, relatifs aux nébuleuses, publiés récemment et auxquels la dernière partie de notre étude sera presque entièrement consacrée. En voici la traduction :

Mais quel champ de nouvelles recherches est ouvert en cette matière (les nébuleuses), à nos conceptions. Un fluide lumineux, dont l'éclat est suffisant pour être aperçu de nous, alors qu'il émane de ces régions, si éloignées, où se trouvent les étoiles de 8<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup> 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> ou 12<sup>e</sup> grandeur, et dont l'étendue est si considérable, qu'il nous présente des diamètres de 3, 4, 5 ou 6 minutes (d'arc)!

Pouvons-nous le comparer au vif éclat du fluide électrique dans les aurores boréales? (to the coruscations of the electrical fluide in the aurora borealis?). Ou au cône plus magnifique encore de la lumière zodiacale que nous voyons au printemps ou en automne?

Or, à plus d'un siècle de distance, les astronomes de Mount-Wilson viennent de poser la même question !

---

(1) Voy. Bulletin du mois d'août 1922, p. 271.

(2) *Philosophical Transactions*, vol. 81, 1791 (déjà cité).

Deux volumes des *Scientific Papers* de W. Herschel ont été publiés en 1912 par Dreyer, sous les auspices de la Société Royale de Londres. Les autres volumes attendus n'ont pas encore paru.

L'œuvre de W. Herschel lui assure l'immortalité! La science, en progressant, l'a amendée et la modifiera encore, en la complétant. Mais les découvertes de l'illustre astronome, et les déductions qu'il en a tirées, n'en resteront pas moins au nombre des plus belles conquêtes de l'intelligence humaine. Et ce n'est pas diminuer sa gloire, que de rappeler l'aide précieuse, le dévouement si absolu de sa sœur, dont il est équitable de noter la collaboration.

CAROLINE HERSCHEL (1750-1848), sœur de William. Née, comme lui, à Hanovre. Rejoint son frère à Bath, en 1772, et devint la collaboratrice de ses travaux en astronomie. Elle l'aida dans ses observations et lui servit de calculatrice et de secrétaire, poussant le dévouement jusqu'à l'extrême limite. L'astronome Cassini IV (1748-1845), directeur de l'Observatoire de Paris, lors d'un voyage qu'il fit en Angleterre en 1787, après avoir visité l'Observatoire de Slough, écrivit :

« ... C'est à sa digne et inimitable sœur que M. Herschel est redevable en grande partie de ces observations nombreuses et curieuses sur les étoiles fixes dont il a enrichi l'astronomie. En effet, quelle autre que Miss Herschel aurait eu la complaisance, la patience, le courage et le zèle de s'identifier ainsi à des recherches, à des veilles, à des travaux aussi longs, aussi ingrats, aussi fatigants? »... Comme observations personnelles, on attribue à Caroline Herschel la découverte de plusieurs comètes. En 1798, elle publia un catalogue, très estimé, d'étoiles observées par Flamsteed (1646-1719) et qui avaient été omises dans les publications antérieures. En 1822, à la mort de son frère, elle termina la publication du catalogue des nébuleuses et des essaims d'étoiles qu'il avait observées. La Société d'Astronomie de Londres décerna la grande médaille d'or à ce catalogue.

Les *Memoirs and Correspondence of Caroline Herschel* ont été publiés en 1876 par sa nièce, Mrs John Herschel.

JOHN HERSCHEL (1792-1871), fils de William. Fait de brillantes études à Eton, et ensuite à l'Université de Cambridge. Se consacre d'abord aux mathématiques et à la chimie, puis commence ses obser-

vations astronomiques, en collaboration avec James South. S'occupe d'optique. Perfectionne les miroirs des réfracteurs, comme son père l'avait fait pour les miroirs des réflecteurs. Écrit un traité d'optique et un traité du son. Porte surtout son activité sur l'observation et l'étude des étoiles doubles et des nébuleuses, continuant ainsi l'œuvre de son père. Son catalogue, rangé par ordre d'ascension droite, de 2 306 nébuleuses de l'hémisphère boréal, paru en 1833, dont 525 avaient été découvertes par lui, a été mentionné plus avant. Il avait découvert également environ 4 000 étoiles doubles, en compagnie de James South; la liste fut insérée dans les *Philosophical Transactions*. Nous avons rendu compte également de ses travaux considérables au Cap de Bonne-Espérance (1834-1838), qui nous firent connaître beaucoup mieux, et d'une manière plus complète que par le passé, le Ciel austral. Nous aurons l'occasion d'y revenir. On lui doit aussi des travaux sur l'action chimique des rayons du spectre solaire, et il publia un certain nombre d'ouvrages importants et de Mémoires, dans les recueils spéciaux.

John Herschel fut créé baronnet à son retour du Cap. Ses restes reposent à l'Abbaye de Westminster, le panthéon de l'Angleterre. Ces honneurs ne furent pas accordés à son père. Il est vrai qu'un demi-siècle s'est écoulé entre le décès de ses deux illustrations anglaises, et que, pendant cet intervalle, les idées ont marché, le public et le monde officiel avaient appris à mieux apprécier les hommes de science.

ALEXANDRE HERSCHEL (1836-1907), l'un des fils de John Herschel, d'abord professeur de physique mécanique et expérimentale à l'Université de Glasgow, puis à Durham. S'occupe ensuite d'astronomie et, notamment, de l'étude des étoiles filantes. Il a beaucoup contribué à faire admettre et à répandre l'idée que ces corpuscules sont les restes de comètes désagrégées.

Dans son Mémoire de 1833, John Herschel mit en doute l'existence, dans les corps nébuleux, d'un *fluide* élastique pondérable, de forme quelconque, ayant un éclat continu. Il considère ce fluide, s'il existe, comme devant être pondérable, plutôt qu'impondérable ou *éthéré*. Les formes nouvelles des nébuleuses découvertes par lui — les unes lenticulaires, d'autres annulaires — lui semblent ne pouvoir se concilier, ou se maintenir, sous l'action de forces gravifiques ou autres, agissant *sur la masse*. Il incline à croire que les nébuleuses ne

sont que des essaims d'étoiles, au moins dans la généralité des cas. A son avis, la permanence de leurs contours subsiste par une cause toute différente. Il conçoit ces nébuleuses comme constituées par une multitude indéfinie d'éléments individuels, agissant comme des projectiles, ayant chacun une orbite plus ou moins compliquée, sous l'influence gravifique interne résultant de l'attraction de toutes leurs parties. (It must rather be conceived as a *quiescent form*, comprising within its limits an indefinite multitude of individual constituents.)

Il ne dissimule pas l'ambiguïté de la question, mais il a foi dans l'avenir, qui nous apportera de nouvelles lumières.

Pendant toute sa carrière, William Herschel conserva le monopole de l'observation et de l'étude des nébuleuses. Il en fut de même pour son fils John, jusque vers 1846. Pendant toute cette période, les autres astronomes ont relativement peu produit dans ce domaine. C'est alors que lord Rosse (1800-1867) — encore un amateur astronome — fit connaître ses premières découvertes réalisées au moyen du télescope géant — longueur focale 53 pieds (16 mètres), dont le miroir objectif mesurait 6 pieds (1 m. 82) de diamètre — plus puissant que ceux des Herschel montés à Slough, qu'il avait installé dans sa propriété de Birr-Castle (Irlande). Il acquit ainsi la conviction, dit-il, que le soi-disant fluide nébulaire n'existe pas. A propos de la nébuleuse d'Orion, il déclare avoir pu se rendre parfaitement compte que tout ce qui environne le trapèze, n'est qu'une masse d'étoiles, celles-ci étant aussi en abondance dans la nébuleuse qui montre les caractéristiques, très marquées, de la *résolvabilité* (1).

Mais, en 1861, lord Rosse semble revenir sur l'opinion qu'il avait émise en 1846, car il déclare que la lettre R, indiquant que la nébuleuse est résoluble, lettre employée par lui, est une indication à laquelle il n'attache pas beaucoup d'importance, parce que la question de « résolvabilité » ne peut être étudiée avec succès, que lorsque l'air est calme et le miroir du télescope parfaitement en ordre.

On doit à lord Rosse la découverte des nébuleuses spirales, catégorie d'un intérêt tout spécial, comme nous le verrons dans la suite.

Ainsi, au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la question de la résolvabilité de toutes les nébuleuses, ou de leur généralité, paraissait tranchée par

---

(1) *Philosophical Transactions*, années 1850 et 1861.

l'affirmative, et celle de l'existence d'un fluide, ou d'un élément nébulaire spécial, rejetée.

Mais de nouveaux modes d'investigation — l'analyse spectrale et la spectroscopie astronomique, auxquelles vont s'ajouter la photographie sidérale et la spectro-photographie — allaient bientôt démontrer que John Herschel et lord Rosse s'étaient trompés. Ce sont les vues du vieux William Herschel, quant à la composition et à la non-résolvabilité des nébuleuses proprement dites, au moins dans leurs éléments ultimes, qui ont plutôt été partiellement confirmées par la science moderne.

Une voie nouvelle est ouverte, l'astrophysique est créée.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

## UN ASTRONOME BELGE

Louis Niesten (1844-1920).

Un des vétérans parmi les astronomes de ce pays, l'un des derniers survivants des collaborateurs de l'illustre J.-C. Houzeau, Louis Niesten, est décédé à Laeken, le 27 décembre 1920.

Jean-Louis-Nicolas Niesten naquit à Visé, le 4 juillet 1844.

La première partie de sa carrière fut consacrée à l'armée, qu'il quitta, en 1877, en qualité de capitaine d'artillerie, pour entrer à l'Observatoire royal de Bruxelles, où, après avoir occupé le grade d'aide-astronome pendant un an et demi environ, du 25 juin 1877 au 30 décembre 1878, il fut promu astronome à cette dernière date et devint chef de service le 30 janvier 1884.

Son passage dans la vie militaire est marqué par la publication de deux travaux : 1<sup>o</sup> *Artillerie. Passage des rivières*. Cours. Bruxelles, Lefèvre, 1876; 2<sup>o</sup> *Précis des connaissances exigées des officiers sortis des cadres et des sous-officiers de l'artillerie par les programmes de 1876*.

De 1877 à 1909, date de sa retraite, pendant une période de trente-deux années, Louis Niesten se consacra avec ardeur aux études astronomiques et géophysiques.

Les principaux événements de sa vie scientifique furent sa désignation, en 1882, comme chef de la mission officielle envoyée par le gouvernement belge au Chili, pour observer le passage de Vénus sur le Soleil, et sa mission pour aller observer l'éclipse totale de Soleil de 1887, en Russie.

La plupart de ses publications furent insérées soit dans l'*Annuaire*, soit dans les *Annales astronomiques de l'Observatoire royal de Belgique*, soit dans les *Bulletins*, soit dans les *Mémoires couronnés* de l'Académie royale de Belgique. Il collabora aussi activement à la revue *Ciel et Terre*, dont il était un des membres fondateurs. En cette qualité, il reçut, en 1896, en partage avec les autres fondateurs, le prix Edouard Mailly (1<sup>re</sup> période), décerné au comité de rédaction de ce périodique scientifique par l'Académie royale de Belgique.



Niesten fut nommé chevalier de l'Ordre de Léopold, le 3 novembre 1902.

Le regretté astronome était une personnalité très sympathique, d'une jovialité toute wallonne, d'un abord facile et cordial.

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

#### A. — *Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles* (puis de Belgique).

1. Les astéroïdes découverts en 1878 (XLVI, 1879, p. 359-367); en 1879 (XLVII, 1880, p. 337-346); en 1880 (XLVIII, 1881, p. 345-352); en 1881 (XLIX, p. 341); en 1883 (LI, 1884, p. 263-265); en 1884 (LII, 1885, p. 287-293).
2. Les comètes découvertes en 1878 (XLVI, 1879, p. 368-370); en 1879 (XLVII, 1880, p. 347-352); en 1880 (XLVIII, 1881, p. 353-359); en 1881 (XLIX, 1882, p. 343); en 1884 (LII, 1885, p. 294-297).
3. Phénomènes physiques accompagnant les passages de Mercure sur le Soleil (XLVIII, 1881, p. 159-192).
4. Les astéroïdes (avec planches) (XLVIII, 1881, p. 226-276) :  
Étude d'ensemble sur le sujet traité.
5. Passage de Vénus du 6 décembre 1882. — Les expéditions belges. — Mission du Chili (LI, 1884, p. 123-143) :  
En sa qualité de chef de la mission, L. Niesten rédigea un rapport très circonstancié et technique à la fois, sur l'expédition belge au Chili. Plus favorisée par le temps que ne le fut l'expédition dirigée à la même date au Texas par J.-C. Houzeau, la mission du Chili, composée de L. Niesten, de M. Charles Lagrange, alors astronome-adjoint, et du capitaine J. Niesten, fut gratifiée d'un temps splendide, ce qui lui permit de faire de nombreuses observations extrêmement intéressantes. Celles-ci ont été insérées dans les *Annales de l'Observatoire royal de Belgique*, nouvelle série, *Annales astronomiques*, tome V (1885), p. 81 à 129. En 1882, la Belgique fut représentée, pour la première fois, officiellement dans des expéditions scientifiques internationales, relevant du domaine astronomique.
6. De la distance de la Terre au Soleil déduite des observations faites par les missions belges (LII, 1885, p. 216-231) :  
Très intéressante notice d'un caractère rétrospectif sur les valeurs données pour la distance de la Terre au Soleil : a) par les résultats des observations des expéditions belges au Chili et au Texas; b) par l'exposé historique des résultats obtenus pour cette valeur, au cours des siècles, notamment lors des passages de Vénus en 1761, en 1769 et en 1874.
7. La tache rouge de Jupiter (avec planche) (LII, 1885, p. 232-275) :  
Étude résumant les observations faites au sujet de la tache rouge de Jupiter depuis 1878 jusqu'après l'opposition de 1883. Ces observations sont relatives à la périodicité, à la rotation, à la photographie, au spectre et à la nature de cette tache.
8. Étoiles filantes du 8 au 11 août 1883 (LII, 1885, p. 276-279); du 9 au 11 août 1884 (LII, 1885, p. 280-282); des 13 et 14 novembre 1884 (LII, 1885, p. 285-286).
9. Éclipse totale de Lune du 4 octobre 1884 (LII, 1885, p. 283-285).

10. De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de  $\gamma$  Draconis, faites à l'Observatoire de Greenwich (LV, 1888, p. 560-567) :  
L'auteur s'est appliqué à démontrer l'influence de la nutation diurne dans la discussion de certaines observations (celles faites par Main et Downing à l'Observatoire de Greenwich).
11. De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de  $\alpha$  Lyrae faites à l'Observatoire de Washington (LVI, 1889, p. 295-301) :  
L. Niesten s'est efforcé de démontrer l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de  $\alpha$  Lyrae faites à l'Observatoire de Washington.
12. L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887, observée à Jurjewetz (Russie) (avec dessin d'après les photographies de L. Niesten) (LVI, 1889, p. 389-410) :  
Cette éclipse fut observée dans des conditions très défavorables au point de vue atmosphérique. Plus de cinquante stations, appartenant à différentes nationalités, furent équipées à cette occasion. Ce travail en donne la liste, ainsi qu'un compte rendu sur les travaux de la mission belge; il contient aussi des notes relatives à l'Observatoire de Poulkova. La ville de Jurjewetz choisie se trouvait près de la ligne centrale de l'éclipse. Malgré le temps défavorable, l'auteur put voir la chromosphère, quelques protubérances et les appendices de la couronne; il y a aussi l'indication des détails de la couronne et de la chromosphère.
13. Détermination des constantes de la nutation diurne par l'observation des circompolaires (1<sup>re</sup> série des observations faites à Cointe, par M. Folie) (LVII, 1890, p. 317-325) :  
Note tendant à appuyer par la détermination des constantes de la nutation diurne les idées émises par F. Folie sur ce sujet.
14. Les Perséides en 1890 (LVIII, 1891, p. 275-280); en 1893 (LXI, 1894, p. 420-424); en 1899 (LXVII, 1900, p. 126-127) :  
Observations faites en collaboration avec E. Stuyvaert : en 1890, observations le 9 août et le 10 août; en 1893, le 11 août; en 1899, les 10 et 12 août.
15. Les Léonides en 1891 (LIX, 1892, p. 292-295) :  
Cette année, une seule série d'étoiles filantes observées à l'Observatoire d'Uccle, le 13 novembre, de 14 à 15 heures et de 17 à 18 heures, par L. Niesten et E. Stuyvaert, a donné un résultat satisfaisant.
16. Note sur les variations de la latitude (avec planche) (LXI, 1894, p. 400-419) :  
L'application de la nutation initiale aux observations d'Honolulu sur la variation des latitudes laisse subsister certains résidus que l'auteur s'efforce d'établir être dus à une cause dont il est imparfaitement tenu compte dans la réduction des observations.
17. Étoiles filantes observées le 10 août 1896, à l'Observatoire d'Uccle (LXV, 1898, p. 434-436).
18. Occultation des Pléiades par la Lune observée le 13 octobre 1897, à l'Observatoire d'Uccle (LXV, 1898, p. 438).
19. (En collaboration avec E. STUYVAERT) (1851-1908). L'aurore boréale du 9 septembre 1898. Observations faites à l'Observatoire royal d'Uccle (LXVI, 1899, p. 382-389) (avec planche) :  
Assez belle aurore boréale vue entre 20 h. 20 et 21 h. 30. L'auteur fait la description chronométrée des diverses phases du phénomène.

20. Éclipse partielle de Lune du 7 au 8 janvier 1898. Résultats photographiques (LXVI, 1899, p. 390-391).
21. Éclipse totale de Lune du 27-28 décembre 1898. Observations faites à l'équatorial de 0<sup>m</sup>38 (grossissement 90) (LXVII, 1900, p. A3-A5) :  
État du ciel très défavorable. Observation très détaillée du phénomène.
22. La lumière zodiacale. Observation (LXVII, 1900, p. A15-A17).
23. Sur la variation des latitudes au XVII<sup>e</sup> siècle (LXVII, 1900, A50-A57) :  
Aperçu historique de la question d'après P. PETIT.
24. Détermination des coordonnées héliographiques des taches solaires (LXVII, 1900, p. A57-A124) :  
Instructions pratiques sur cette partie de la physique solaire.
25. Détermination de la déclinaison et de la composante horizontale de la force magnétique dans quelques lieux de la Belgique en 1899 (LXVII, 1900, p. A125-A180) :  
Contient un aperçu historique des observations magnétiques faites en Belgique jusqu'à cette date, une série d'observations magnétiques faites en 1899 dans dix-sept stations belges, en vue de l'élaboration de la carte magnétique du pays. On sait que cette carte fut dressée d'après des données entièrement nouvelles, en 1913, et publiée dans les *Annales de l'Observatoire royal de Belgique, Physique du Globe*, tome VI : M. HERMANT, météorologiste-adjoint à l'Institut royal météorologique, est l'auteur de cet utile travail.

**B. — Annales de l'Observatoire royal de Belgique.  
Annales astronomiques.**

1. Observations sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1877 (avec planches) (II, 1879, 22 p.) :  
Cette étude comprend les observations de l'aspect physique de la planète, du 21 août au 10 novembre 1877. Le travail est accompagné de cinq planches, dont un planisphère construit d'après les cartes de R. Proctor.
- 1bis. Observations sur l'aspect physique de Jupiter pendant l'opposition de 1878 (avec planche) (III, 1880, 35 p.).
2. Les plans planétaires et l'équateur solaire (VII, 1896, 13 p.) :  
Extension faite par L. Niesten aux orbites des petites planètes d'une théorie que J. Cassini appliqua aux grandes planètes pour rapporter leur mouvement et l'inclinaison de leurs orbites à l'équateur du Soleil.
3. Observations sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1879-80 (du 3 octobre 1879 au 26 janvier 1880) (avec planche) (VII, 1896, 31 p.) :  
E. Stuyvaert prit part à ces observations faites à l'équatorial monté dans la tourelle orientale de l'Observatoire de Bruxelles. Les observateurs ont pu observer quelques-uns des canaux signalés sur la planète, en 1877, par Green à Madère et par Schiaparelli à Milan et ont cru reconnaître certains fleuves indiqués par ce dernier.

4. Observations sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1881-82 (avec planche) (VII, 1896, 15 p.) :

Ces observations furent faites dans les mêmes conditions que celles de l'opposition précédente. Outre les observations, il y a des notes relatives aux dessins et un catalogue des positions aréographiques des points relevés dans le dessin de Mars, ainsi qu'un catalogue des positions aréographiques moyennes de ces points.

5. Mesures micrométriques d'étoiles doubles, observées à l'Observatoire royal de Belgique, à Bruxelles et à Uccle, de 1878 à 1896 (VIII, 1904, 40 p.) :

Ces mesures ont été faites de 1878 à 1885, à l'aide du micromètre bifilaire de l'équatorial de 15 centimètres Cook ; objectif de Merz, Munich), et de 1885 à 1896, à l'aide de celui de l'équatorial de 38 centimètres (Cook ; objectif Merz, Munich). Le catalogue renferme 280 étoiles doubles observées de 1878 à 1896. Une partie des observations est l'œuvre de E. Stuyvaert.

6. (En collaboration avec E. STUYVAERT). Observations sur l'aspect physique de la planète Vénus, faites de 1881 à 1896 (avec planches) (VIII, 1904, 30 p.) :

Ces observations s'étendent sur la période comprise entre le 9 janvier 1881 et le 20 novembre 1895. Elles furent faites en partie à l'ancien Observatoire de Bruxelles et en partie à l'Observatoire d'Uccle, aux équatoriaux de 38 centimètres et de 15 centimètres.

7. Observations sur l'aspect physique de la planète Jupiter pendant les oppositions de 1883 à 1896 (avec planche) (VIII, 1904, 44 p.) :

Ces observations forment la suite de celles qui ont été publiées depuis 1878 dans les tomes III et IV de la nouvelle série des *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles*. Les dessins permettent de montrer les changements survenus dans la configuration de la planète pendant la durée des observations.

8. Observations sur l'aspect physique de la planète Mars pendant les oppositions de 1884 à 1894 (avec planches et carte) (VIII, 1904, 32 p.) :

Ces observations forment la suite de celles qui se trouvent insérées dans les tomes II et VII des *Annales de l'Observatoire royal de Belgique*, *Astronomie*. Nouvelle série. Ce travail contient les observations faites sur la planète Mars pendant les oppositions des années 1884, 1886, 1888, 1890, 1892 et 1894, à la lunette équatoriale de 38 centimètres à l'Observatoire de Bruxelles, jusqu'en 1890, à Uccle pour les années suivantes.

L'auteur s'est efforcé de reconnaître les différents détails signalés dans les observations faites par Green, à Madère, et par Schiaparelli à Milan. L'étude de L. Niesten contient : 1<sup>o</sup> les observations ; 2<sup>o</sup> l'identification des canaux ou fleuves observés ; 3<sup>o</sup> l'indication des différentes couleurs qu'ont présentées les terres de Mars. Le mémoire se termine par une description sommaire de la planète sous le titre d'*Aréographie*, d'après les études de l'auteur et celles de Schiaparelli. La carte teintée en couleurs porte le titre suivant : *Globe de Mars, dressé par L. Niesten, d'après les observations faites à Bruxelles et à Milan. Nomenclature Schiaparelli. Nomenclature Green*, Bruxelles, Lebègue, s. d.

C. — *Annales de l'Observatoire royal de Belgique. Physique du Globe*. II, 1904 : Observations magnétiques internationales de 1902-1903.

L. Niesten collabora à l'obtention des résultats des observations journalières, des résultats des observations des jours ternes.

D. — *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.

1. Recherches sur les couleurs des étoiles doubles (2<sup>e</sup> série, XLVII, 1879, p. 50-59) :  
L. Niesten étudie dans ce travail la question de savoir s'il existe une relation entre les couleurs des étoiles doubles et la révolution du compagnon. Il a établi un catalogue donnant, pour les étoiles visibles sur notre horizon, les couleurs qui leur sont attribuées par les observations des astronomes, observations comprises dans l'intervalle d'un siècle environ ; on remarque la variation sensible de couleur dans les étoiles doubles ayant un mouvement orbital bien accusé. L'auteur donne aussi un tableau de la répartition des étoiles doubles à compagnon bleu.
2. Note sur la tache rouge observée sur la planète Jupiter pendant les oppositions de 1878 et de 1879 (avec planche) (2<sup>e</sup> série, XLVIII, 1879, p. 604-617) :  
Dans cette note, l'auteur rappelle qu'en 1665 et en 1666, en 1672 et en 1677, Cassini observa cette tache ; il en fut de même pour Maraldi en 1708. Niesten reproduit la description que ces astronomes en donnent. Il a voulu ainsi montrer la similitude d'aspect et de position qu'offre cette tache avec celle qui se dessine en 1878 et en 1879 sur le disque de Jupiter. L'auteur publie ses propres observations avec ses conclusions : il se demande si l'on ne pourrait pas trouver l'indice d'une tache permanente sur Jupiter, tache qui se déroberait aux investigations des astronomes lorsqu'elle est cachée à certaines époques.
3. Observations des étoiles filantes périodiques faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, du 9 au 11 août 1883 (3<sup>e</sup> série, VII, 1884, p. 474-496) :  
L'auteur désire étudier la relation existant entre les orbites des étoiles filantes tombées du 9 au 11 août 1883 et celle de la comète du 22 août 1882. La note comprend : 1<sup>o</sup> les observations ; 2<sup>o</sup> les radiants des étoiles filantes ; 3<sup>o</sup> les nombres horaires d'étoiles filantes ; 4<sup>o</sup> les orbites des essaims.
4. La comète Pons-Brooks de 1812, observations faites à l'Observatoire royal de Bruxelles (3<sup>e</sup> série, VII, 1884, p. 241-245) :  
Ce travail comprend : 1<sup>o</sup> des remarques sur l'aspect physique de la comète ; 2<sup>o</sup> les observations avec les positions moyennes adoptées pour les étoiles de comparaison.
5. Observations faites à Bruxelles de l'éclipse totale de Lune, du 4 au 5 octobre 1884 (3<sup>e</sup> série, VIII, 1884, p. 361-369) :  
Cette note comprend les résultats des observations faites à l'occasion de cette éclipse. Les conditions de l'état atmosphérique furent désavantageuses ; des photographies furent cependant prises. Ce travail donne aussi les observations ainsi que les occultations d'étoiles observées pendant le phénomène.

6. Note sur les observations des étoiles filantes périodiques faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, du 9 au 11 août 1884 (3<sup>e</sup> série, VIII, 1884, p. 370-376) :  
Ces observations furent exécutées, comme les années précédentes, d'après le même plan.
7. (En collaboration avec E. STUYVAERT). Observations de la comète Wolf, faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, à l'équatorial de 15 centimètres (3<sup>e</sup> série, IX, 1885, p. 152-154) :  
Ce sont les observations faites en septembre, en octobre et en novembre 1884, au sujet de cette comète, avec l'indication des positions des étoiles de comparaison.
8. Remarques au sujet de l'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887 (3<sup>e</sup> série, XIV, 1887, p. 449-450).
- 8bis. Sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1888 (avec planche) (3<sup>e</sup> série, XVI, 1888, p. 76-81) :  
L'auteur attire l'attention des astronomes sur les changements survenus dans l'aspect physique de Mars en avril 1888 et le 5 mai de cette même année, date à laquelle il a observé et dessiné l'état de la planète ce jour-là. Il signale les variations remarquées dans la forme et la grandeur des taches de Mars.
9. (En collaboration avec F. FOLIE). Nouveaux résultats relatifs à la détermination des constantes de la nutation diurne (3<sup>e</sup> série, XVII, 1889, p. 75-79) :  
L. Niesten a recherché, parmi les observations de la Polarisissime faites à Kieff, celles qui sont séparées par un intervalle de temps de quelques heures, et il en a déduit les constantes de la nutation diurne pour chacun des couples d'observations.
10. A propos de la rotation de la planète Vénus (avec planche) (3<sup>e</sup> série, XXI, 1891, p. 452-470) :  
La période de rotation de Vénus, déterminée par de Vico et fixée à 23 h. 21 m. 21 s. 93, soit environ 24 heures, est restée classique jusqu'au moment où SCHIAPARELLI, dans ses *Considerazioni sul moto rotatorio del pianeta Venere*, a estimé que cette rotation était d'environ 224 jours 7 (on adopte aujourd'hui le chiffre de 225 jours).  
L'auteur, se basant sur les dessins pris par lui, en collaboration avec E. STUYVAERT, de 1881 à 1890, semble vouloir justifier, d'après ces dessins, la période de rotation établie par de Vico. Le travail comporte un tableau des observations sur l'aspect physique de Vénus, de 1881 à 1890, une mappemonde de Vénus dessinée d'après les observations de 1881 à 1884 et contrôlée par les observations de 1885 et de 1890; l'auteur explique pour quelles raisons il a admis, dans la construction de la mappemonde, les données de de Vico.
11. Note relative aux variations de latitude (3<sup>e</sup> série, XXIV, 1892, p. 111-117) :  
En conclusion de ce travail, l'auteur dit que les changements survenus dans la période annuelle des variations de la latitude doivent être considérés comme réels, qu'ils ne dépendent pas d'erreurs instrumentales, qu'ils se présentent en tous les points du globe, qu'ils sont en rapport avec la position de la Terre sur son orbite, que la période d'oscillation ou de rotation du pôle est annuelle, que cette période est sensiblement constante.
12. Résumé des observations faites hors du méridien à l'Observatoire royal de

Bruxelles (Uccle), mars à octobre 1892 (en collaboration avec E. STUYVAERT) (avec planches) (3<sup>e</sup> série, XXIV, 1892, p. 294-308) ;

Ce travail comprend : 1<sup>o</sup> aspect physique des planètes (Vénus, Mars, Jupiter) ; 2<sup>o</sup> occultations d'étoiles par la Lune ; 3<sup>o</sup> phénomènes des satellites de Jupiter ; 4<sup>o</sup> éclipse de Lune du 11-12 mai 1892 ; 5<sup>o</sup> aurore boréale du 12 août 1892.

**E. — Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie royale de Belgique.** Collection in-4<sup>o</sup>.

Démonstration pratique de l'existence de la nutation diurne (LI, 1889, 55 p.) :

Selon F. FOLIE, ce travail ne constitue que les prolégomènes de l'introduction de la nutation diurne dans les formules de réduction (cette question de la nutation diurne a été très discutée par les astronomes, en son temps, et semble aujourd'hui abandonnée).

L. Niesten prend trois séries d'observations d'étoiles fort voisines du pôle, observations faites en différents temps, dans divers Observatoires. Il les discute chacune séparément.

Dans son rapport (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3<sup>e</sup> série, XIII, 1887, p. 406), J.-C. HOUZEAU dit notamment : « Le problème est plus complexe qu'il ne paraît au premier abord, et l'on comprend que les éléments numériques de la nutation diurne ne puissent pas se dégager nettement de données où tant de petites corrections restent à appliquer. »

**F. — Mémoires couronnés et autres mémoires de l'Académie royale de Belgique.** Collection in-4<sup>o</sup>.

1. De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de  $\gamma$  Draconis faites à l'Observatoire de Greenwich (XL, 1887, 16 p.) :

Suivant F. FOLIE (Cf. *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3<sup>e</sup> série, t. XIII, p. 74), L. Niesten a, dans ce travail, prouvé d'une manière indubitable l'existence réelle de la nutation diurne. Dans la discussion des observations de  $\gamma$  Draconis, faites à Greenwich, l'auteur a ajouté une nouvelle correction à celles faites par les astronomes anglais Main et Downing et il a appliqué la formule de nutation diurne fournie par F. Folie. Il en résulte que L. Niesten obtient une parallaxe positive, là où Main et Downing avaient obtenu une parallaxe négative et que les valeurs trouvées pour les constantes de l'aberration et de la nutation se rapprochent plus des valeurs adoptées que celles déduites par Main et Downing, en employant un nombre d'observations beaucoup plus considérables.

2. De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de  $\alpha$  Lyrae faites à Washington (XLI, 1889, 14 p.) :

Le but de L. Niesten, dans ce travail, était de rechercher par l'introduction de la nutation diurne dans les observations de Washington, s'il n'était pas possible d'obtenir pour  $\alpha$  Lyrae une parallaxe positive : le résultat des recherches a été négatif.

L'auteur croit cependant que les valeurs obtenues par lui pour la constante de la nutation diurne constituent une nouvelle preuve de l'existence de la nutation diurne soutenue par F. Folie.

(A suivre.)

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

## Notes

**Comète Baade 1922c.** — Cette comète a été découverte le 19 octobre 1922 par M. Baade à l'Observatoire de Bergedorf (Hambourg). La position à ce moment était pour 11 h. 13,8 t. m. Gr.  $\alpha = 19$  h. 46 m. 36 s.  $\delta = + 37^{\circ}46'$ .

La comète avait un mouvement diurne de + 2 m. 12 s. en ascension droite et de — 15' en déclinaison et était donnée de grandeur 11<sup>m</sup>,5. Le télégramme du bureau central astronomique est arrivé à Uccle le 23 octobre, au matin. Dès le même soir, M. Delporte a obtenu deux positions de l'astre à l'équatorial de 38 centimètres de l'Observatoire. La comète était alors de grandeur 10<sup>m</sup>,5, petite nébulosité ronde avec noyau stellaire assez net.

Le lendemain et jours suivants, la comète a semblé avoir diminué d'éclat; le 28, M. Delporte la note de grandeur 11<sup>m</sup>,5.

Au moyen des observations les 22, 23 et 24 octobre, toutes trois de Copenhague, M<sup>lle</sup> Vinter-Hansen et M. Möller de cet Observatoire ont calculé les premiers éléments suivants :

$T = 1922, \text{ oct. } 16,5701$  temps moyen de Greenwich.

$$\left. \begin{array}{l} \omega = 114^{\circ}32',07 \\ \Omega = 219^{\circ}50',89 \\ i = 51^{\circ}47',00 \end{array} \right\} 1922,0.$$

$\log. q = 0,35890.$

A son passage au périhélie, au 16 octobre, la comète s'est donc trouvée à une distance du Soleil de 24,285 environ. L'astre restera télescopique. E. D.

**Nouvelle petite planète.** — Suivant un télégramme de M. Comas Solà (Barcelone) au bureau central des télégrammes astronomiques, celui-ci a découvert le 19 octobre une petite planète de grandeur 12<sup>m</sup>,8 dans la position suivante réduite à 1922,0 :

Oct. 19, 12 h. 0 m. t. m. Gr.  $\alpha 2$  h. 24 m. 58 s.  $\delta = - 8^{\circ}29'2''.$

E. D.

**Astra.** — A la demande de M. Lecointe, directeur de l'Observatoire royal de Belgique, et directeur du bureau central des télégrammes astronomiques pour la période 1920-1923, le Congrès astronomique tenu à Rome en mai de cette année a déchargé l'Observatoire d'Uccle du service de ce bureau et en a transféré le siège à l'Observatoire de Copenhague, dont M. Elis Strömgren est directeur. Le passage d'attributions s'est effectué au 1<sup>er</sup> octobre. Pendant la guerre, M. Strömgren avait déjà transmis pendant un certain temps les nouvelles astronomiques, service effectué avant guerre par le bureau de Kiel. E. D.



**Eclipse totale de Soleil du 22 septembre 1922.** — Les missions astronomiques aux îles Christmas, pour l'observation de l'éclipse, n'ont pas été favorisées. Des nuages ont intercepté la partie intéressante du phénomène et n'ont pas permis de réaliser le programme préparé pour vérifier les théories Einsteinniennes.

Les missions envoyées en Australie ont eu plus de chance. La mission de l'Observatoire Lick, dirigée par le Dr Campbell, installée à Wallal (Australie), a pu obtenir de bonnes photographies, dont une partie, déjà examinée, promet de fournir des résultats intéressants. Sur les plaques fournies par la chambre de 15 pieds, les étoiles sont visibles jusque la  $9\frac{1}{2}$  grandeur, au nombre d'une quarantaine.

D'autres plaques donneront certainement des étoiles plus faibles encore.

La structure coronale montrée par les clichés obtenus au moyen de la chambre de 40 pieds, est très particulière et entièrement différente de celle rencontrée lors de précédentes éclipses.

A la station de Wallal se trouvait également une mission canadienne dirigée par M. le Prof. Chant, de Toronto. Celle-ci était munie d'une lunette à quadruple lentille de 11 pieds de foyer, montée équatorialement et destinée à la photographie en vue des épreuves Einsteinniennes.

Les observatoires australiens avaient chacun leur mission, et vu les conditions excellentes rencontrées le jour du phénomène, les résultats sont attendus avec impatience. (Observatory.)

E. D.

**La prévision du temps à longue échéance.** — J. Rouch. — Le n° 6, année 1922 (25 mars), de la *Revue Scientifique* contient un article très intéressant du capitaine de corvette J. ROUCH sur la précision du temps à longue échéance.

L'auteur montre d'abord l'inanité ou le peu de fondement des règles de prévision à longue échéance basées sur les influences astrales (effet de la Lune, des taches solaires) ou sur la croyance dans certaines périodicités, sans causes bien connues.

Certaines de ces règles sont d'ailleurs invérifiables, par suite de la durée insuffisante sur laquelle portent les statistiques sûres et précises.

Pourtant, les caractères généraux d'une saison, bien que paraissant accidentels, doivent avoir des causes. Teisserenc de Bort avait montré que les variations saisonnières dépendent en partie des variations de grandeur et de position des centres de haute et de basse pression (*centre d'action*). Bien que les cartes synoptiques des valeurs moyennes soient souvent très différentes des cartes journalières, elles conservent néanmoins une signification générale : on en retrouve toujours les caractères essentiels.

L'Europe occidentale en particulier est sous l'influence de trois centres d'action principaux : minimum d'Islande et maxima des Açores et de Sibérie. En 1881, Teisserenc de Bort a montré que les types d'hiver dépendent de la prédominance d'un de ces centres d'action.

D'autre part, en étendant les recherches, on remarque que les centres d'action réagissent les uns sur les autres. La pression, par exemple, ne peut croître sur le monde entier, il doit s'établir des compensations. Des recherches dans ce sens ont été faites notamment par Hildebrandson, Mossman et Walker.

L'auteur donne ensuite les principaux résultats trouvés jusqu'à ce jour. Cette partie du travail est trop condensée pour pouvoir être résumée et trop importante pour être passée sous silence. Nous citons textuellement :

« En hiver, la marche des éléments météorologiques sur la partie de l'Océan

située entre l'Islande et la Norvège est presque toujours d'accord avec celle qu'on observe sur tout le nord de l'Europe, entre le Cap Nord et Hambourg, mais elle est opposée à la marche des mêmes éléments dans la région subtropicale (Açores-Méditerranée).

» Dans l'Amérique du Nord, nous retrouvons la même opposition qu'en Europe entre le Nord et le Sud. En effet, dans la vaste région boréale limitée à l'ouest par la Californie et la Colombie britannique, à l'Est par le Groenland et Terre-Neuve, l'allure des courbes météorologiques est en général opposée à celle qu'on observe dans la région méridionale s'étendant du Mexique à l'Ouest aux Bermudes, à l'Est, et de Toronto au Nord à Key-West au Sud.

» Si l'on compare l'Europe à l'Amérique du Nord, on voit qu'il y a généralement accord entre l'allure des courbes dans la partie septentrionale de l'Europe et dans la partie méridionale de l'Amérique du Nord, et opposition entre les parties septentrionales des deux continents. Si, par exemple, l'hiver est froid au Nord de l'Europe, cette saison est généralement rigoureuse au Mexique, mais au contraire douce dans l'Europe du Sud et dans le Nord de l'Amérique (1).

» En général, ces résultats restent les mêmes, qu'il s'agisse de la pression barométrique, de la température et de la pluie.

» Bien d'autres compensations ont été signalées et quelques-unes sont fort curieuses : accord entre les Açores et la Sibérie, entre Thorshavn (Iles Feroë) et Zikawei (Chine), entre la quantité de pluie tombée au Chili et le niveau du Nil, entre la température des Orcades du Sud et les pluies du Brésil, entre la température de l'Australie et la pluie à Cordoba (République Argentine), entre la vitesse du vent à Sainte-Hélène et la pluie en Angleterre; opposition entre Tahiti et la Terre de Feu, entre Bombay et Cordoba, entre le Chili et la Nouvelle-Guinée, entre l'Islande (65° N.) et les Orcades du Sud (61° S.), entre la pluie à l'île Malden (latitude 4° S., longitude 155° W.) et la température à Punta-Arenas (Déroit de Magellan).

» Ces compensations simultanées sont par elles-mêmes fort instructives. Mais elles ne sont pas les seules : il existe aussi des compensations successives. Une perturbation, survenue en un point quelconque, non seulement se fait sentir à des distances considérables, mais parfois l'ébranlement de l'atmosphère ne se transmet que lentement, au bout de plusieurs mois et même parfois après une année et même davantage. La cause d'un phénomène qui se produit en un endroit donné, il faut souvent la chercher dans un autre phénomène, qui a eu lieu précédemment à un endroit éloigné, peut-être situé dans l'autre hémisphère (2).

» Par exemple, il y a concordance entre la quantité d'eau tombée à Thorshavn

---

(1) Ce balancement des saisons entre l'Europe et l'Amérique a été signalé dès 1840 par Kaemtz et par Dove.

(2) Kaemtz, en 1840, a eu l'intuition de ces lois générales : « les phénomènes anormaux en Europe ne sont pas isolés, mais se propagent sur toute la périphérie du globe ». Les pages 322 et suivantes de son Cours de Météorologie (traduction française 1843) sont très suggestives à cet égard.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer quelques comptes rendus assez curieux de l'Académie des Sciences au sujet de l'influence du sirocco observé en Algérie sur la pluie qui tombe ensuite dans la vallée du Rhin. (Voy. en particulier le compte rendu du 27 septembre 1852.)

(îles Fer-Oë) de janvier à mars et celle qui tombe à Berlin d'avril à septembre suivant. La quantité d'eau tombée d'octobre à mars en Sibérie est, à peu d'exception près, inverse de la quantité d'eau qui va tomber dans l'Inde pendant la saison des pluies suivantes. La pluie d'octobre à mars à Buenos-Ayres est inverse de la pluie qui est tombée à la Trinité (Antilles) du mois d'avril au mois de septembre précédent.

» En prenant la précipitation à Java d'octobre à mars comme terme de comparaison, on voit qu'elle est inverse de la Pression barométrique observée au cap de Bonne-Espérance d'octobre à mars de l'année précédente, à l'île Maurice en avril-septembre immédiatement précédents, dans le Sud de l'Australie, à la même époque qu'à Java, à Bombay en avril-septembre suivant immédiatement, à Cordoba et à Santiago du Chili en avril-septembre de l'année suivante.

» Du cap de Bonne-Espérance, on pourrait donc prédire avec une assez grande probabilité la pluie à Java un an d'avance. La méthode a été essayée pour les pluies australiennes. On a essayé de prédire aussi, par des procédés analogues, l'importance des récoltes, par exemple de la récolte de riz au Japon, de blé en Russie.

» Voici quelques autres compensations signalées par M. Mossman :

» La pluie en Ecosse, de janvier à mars, est opposée à la température de Sainte-Hélène de mai à août suivant. La température de Sainte-Hélène, de janvier à avril, est inverse de la pression barométrique à Punta-Arenas, de mai à août suivant.

» Tout récemment, M. Hessling, du Bureau météorologique argentin, a montré que la température aux Orcades du Sud pendant l'hiver est en relation avec la quantité de pluie qui tombe en République Argentine quelque temps après. Il existe en particulier une corrélation très nette entre la pluie d'été à Buenos-Ayres et la température des Orcades en hiver, trois ans et demi auparavant : un hiver très froid aux Orcades est suivi par une sécheresse en République Argentine trois ans et demi après, tandis qu'un hiver doux est suivi de pluies abondantes après le même intervalle.

» Le Dr Walker a donné, pour prédire le mousson de l'Inde, une formule dont la précision est un peu surprenante. L'équation se rapporte aux écarts de la moyenne, et les observations sont faites en mesures anglaises :

» Pluie de la mousson = 0,35 pression barométrique dans l'Amérique du Sud d'avril et mai ; —0,6 pluie à Zanzibar et aux Seychelles en mai ; +0,1 neige sur l'Himalaya en mai ; +0,55 pression barométrique de l'Inde de l'année précédente ; +0,5 pluie de la mousson de l'année précédente.

» On peut expliquer plusieurs des relations successives qui existent entre les éléments météorologiques des diverses régions du globe par la considération de la circulation océanique. Un exemple simple, emprunté à l'Atlantique Nord, permettra de se rendre compte de la nature de ces explications.

» Supposons que l'alizé du N.-E. soit plus fort que d'ordinaire pendant une période assez longue. Ces vents forts pousseront vers l'équateur les couches superficielles de l'eau de mer, qui seront remplacées à la surface par des eaux plus profondes, et par suite plus froides. Il en résultera, sur une étendue assez grande de l'Océan, une température de l'eau de mer inférieure à la moyenne. Ces eaux froides vont être entraînées dans la circulation générale ; quatre à six mois après elles passeront par le golfe du Mexique, et huit ou dix mois plus tard pourront arriver au voisinage de l'Europe. Si l'écart à la moyenne est très important, les eaux froides pourront com-

pléter le circuit et apparaître de nouveau quinze mois plus tard dans le golfe de Mexique. Sur tout leur parcours, ces eaux relativement froides tendent à modifier la distribution des pressions barométriques, le régime des vents et par suite des climats.

» Evidemment, la réalité est plus complexe, des causes inverses peuvent intervenir pour supprimer les premiers écarts à la moyenne, et une masse océanique ne voyage pas sans changer de caractère.

» M. Hildebrandson pense qu'une des causes principales des variations des saisons est l'état des glaces des mers polaires. Un été chaud détermine dans ces mers une débâcle abondante de glaces, qui seront transportées plus ou moins rapidement vers les latitudes tempérées par les courants marins. Une mer couverte de glace refroidit la température de l'air et favorise l'installation de hautes pressions. Une extension plus ou moins grande des glaces polaires équivaut, au point de vue météorologique, à un changement dans la distribution des terres et des mers, les mers glacées se comportant comme des terres (1).

» Qu'il s'agisse de la débâcle des mers glacées situées au Nord de l'Islande ou du Groenland, ou de la débâcle des mers voisines du continent antarctique, l'influence des conditions météorologiques qui ont eu lieu dans les régions polaires a donc une influence directe sur le temps de nos régions tempérées. Et ceci vient apporter un argument nouveau à l'utilité des expéditions polaires, qu'il me soit permis de le dire en passant. »

De ces recherches, l'auteur conclut à la possibilité, dans l'avenir, de trouver une base rationnelle à la prévision du temps à longue échéance.

Mais, pour arriver à une solution de ce problème, il est indispensable de faire des observations sur le monde entier, au pôle comme à l'équateur, sur les océans comme sur les continents. Il faudrait tracer des cartes synoptiques de la terre entière (2).

Certaines régions ont encore une densité de station bien réduite, mais si on considère le chemin parcouru, il y a lieu d'espérer.

J. J.

---

(1) J'ai signalé cette influence de la dérive des glaces polaires dans un article publié dans la *Revue Scientifique*, le 2 août 1913 (« L'amiral Peary au Pôle Nord »).

Dans un ouvrage récent (*Temperature variation in the North Atlantic Ocean and in the atmosphere*, 1920), MM. Helland Hansen et Nansen signalent que la dérive des glaces n'a qu'une influence extrêmement faible sur le refroidissement des eaux de l'Océan. Mais des glaces compactes ont une influence directe sur la température de l'air et sur la répartition des pressions, même si la température de l'eau de mer n'est pas sensiblement modifiée. Les observations que nous avons faites pendant l'hivernage de l'Expédition Charcot à l'île Petermann (65°10', 64° W) ont montré que les caractères du climat étaient beaucoup plus continentaux quand la banquise s'étendait à perte de vue autour de l'île. (*Observations météorologiques de la Deuxième Expédition Antarctique Française*, p. 174.)

(2) Signalons à ce propos que, avant la guerre, le Weather Bureau, de Washington, publiait une carte synoptique de l'hémisphère Nord.

Grâce au développement de la T. S. F., il ne serait pas impossible de réaliser dès maintenant un service d'échange d'observations météorologiques à peu près simultanées.

Il y aurait pourtant deux lacunes regrettables : le Groenland, qui ne possède ni télégraphe ni poste radiotélégraphique, et la Russie d'Europe et d'Asie, sur lesquelles on peut difficilement compter à l'heure actuelle.

**José Joaquín Landerer.** — Le 15 septembre 1922 mourut, en sa résidence de Tortosa, à l'âge avancé de quatre-vingt-un ans, l'infatigable chercheur M. José-J. Landerer.

Né à Valence, en 1841, il se signala au monde scientifique en 1865, n'ayant pas vingt-cinq ans encore, par un article sur la théorie des lentilles sphériques, publié dans la revue *Les Mondes*, premier résultat d'une série ininterrompue de travaux scientifiques, que couronna dignement la troisième édition, parue en 1919, de son magnifique *Traité de Géologie et de Paléontologie*.

De multiples revues publièrent ses articles. Citons : *Bulletin Astronomique de l'Observatoire de Paris*, *Bulletin de la Société Astronomique de France*, *Astronomische Nachrichten* et *Ibérica*. L'Académie des Sciences de Paris recueillit, dans ses « Comptes rendus », les résultats techniques des infatigables investigations du savant en une série de vingt-trois communications, s'étendant de 1881 à 1910, et traitant de très intéressants problèmes de physique et d'astronomie. Ses thèmes favoris furent les satellites de Jupiter, la Lune, et la polarisation de la lumière dans la superficie des planètes et de la couronne solaire. Cette dernière étude, ensemble avec ses recherches au sujet des courants telluriques, compte parmi les éléments les plus précieux dont dispose la science pour expliquer nombre d'intéressants phénomènes cosmiques. La croûte terrestre et l'état intérieur de notre planète ne pouvaient non plus manquer de captiver son esprit, et de là naquirent ses études géologiques, qui procurèrent à l'Espagne, et particulièrement à Tortosa, une des études les plus autorisées sur le sous-sol.

La fondation, en 1905, de l'Observatoire astrophysique de l'Ebre est due pour une grande part à l'appui et à l'autorité de M. Landerer, ainsi que son fondateur et premier directeur l'atteste dans sa *Notice sur l'Observatoire*.

Là où s'exerçait surtout son activité, c'était dans la recherche du moment exact où devaient commencer les éclipses de soleil pour une région déterminée, et je me souviens encore avec plaisir que l'éclipse d'août 1914, par un écart sur les chiffres prévus, donna raison à notre astronome, ce que je m'empressai de porter à sa connaissance par dépêche de Suède, point d'observation. Le chiffre approximativement plus exact qu'avait pris M. Landerer comme diamètre de la Lune, lui valut ce succès.

Cette passion pour le calcul, il la conserva toute sa vie. L'éclipse de mars 1922 l'intéressa; malgré une maladie qui le conduisit déjà alors au bord de la tombe, il en calcula les données à Valence, d'une façon indépendante. Lorsque me parvint, fraîchement écrit, le résultat qu'il avait obtenu, je ne sais quel étrange pressentiment me disait que ce devait être là son dernier ouvrage astronomique complet.

L'étude le fascinait et le rajeunissait, si on peut dire. A plusieurs reprises, nous avons pu observer qu'une conversation sur des questions relevant de la science infusait une nouvelle vigueur dans tout son être. Il nous arrivait de lui rendre visite quand quelque peine l'attristait et qu'il était abattu au point d'inspirer la compassion. « Le médecin m'a permis de me lever durant cinq minutes », nous disait-il. Alors nous entamions quelque sujet ayant trait à l'Astronomie, et peu à peu sa physiologie s'illuminait du plaisir qu'éprouvait son esprit : c'était l'appel du génie qui s'avive au plus léger souffle scientifique.

Les corporations scientifiques de l'Espagne et de l'étranger apprécièrent son talent

en lui ouvrant leurs portes et en le recevant comme membre. C'est ainsi que M. Landerer fut lauréat de la Société Astronomique de France (grande médaille Janssen), membre des Académies royales des Sciences exactes et naturelles de Madrid et des Sciences et Arts de Barcelone, de la Société Géologique de France, et Chevalier Grand' Croix de l'Ordre royal du Mérite naval.

Mais en M. Landerer nous n'admirions pas seulement le savant, mais en même temps l'homme cultivé, affable, de manières exquises et d'un commerce très agréable, à tel point qu'il captivait tous ceux qui l'approchaient. Sa conversation amène et sincère laissait entrevoir toute la beauté de son âme parfaitement équilibrée, où fraternisaient la candeur de l'enfant et l'esprit critique et la pénétration de l'homme mûr.

M. Landerer fut le modèle achevé des chevaliers chrétiens, et conserva jusqu'à sa fin la grande pitié et la foi fervente qui le distinguèrent toute sa vie ; il laisse derrière lui des travaux scientifiques qui honoreront pour toujours la mémoire de cet éminent savant catholique.

LUIS RODÈS, S. J.,

*Directeur de l'Observatoire de l'Ebre.*

---

## Bibliographie

GOSSART (ERNEST). — *Adolphe Quetelet et le prince Albert de Saxe-Cobourg* (1836-1861). — (Académie royale de Belgique. — *Bulletin de la Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques*, 1919 (n° 4), p. 211-254.)

C'est avec émotion que je présente aux lecteurs de *Ciel et Terre* ce travail posthume de l'éminent historien et bibliographe que fut Ernest Gossart (1837-1919) (1), pendant de nombreuses années conservateur de la section des imprimés à la Bibliothèque royale, où, durant mon stage (1902-1903), j'ai eu l'honneur d'être son subordonné et l'un de ses collaborateurs ; ce fut lui qui m'initia à mes débuts dans la carrière bibliographique et bibliothéconomique. Je garderai toujours à sa mémoire une reconnaissance profonde et un affectueux respect.

Par une singulière coïncidence, il se fait que la dernière œuvre d'Ernest Gossart est relative au fondateur de l'Observatoire royal, Adolphe Quetelet (1796-1874) et à son plus illustre élève, le prince Albert de Saxe-Cobourg (1819-1861), époux de la reine Victoria (1819-1901) d'Angleterre.

Le regretté académicien (Gossart était membre de la Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques) a eu la bonne fortune de voir mettre à sa disposition par M. Georges Quetelet, petit-fils de l'illustre savant, la correspondance entretenue par le premier directeur de l'Observatoire avec le prince Albert et le frère aîné de ce dernier, Ernest IV (1818-1893), devenu duc régnant de Saxe-Cobourg en 1844.

On sait la grande sympathie qu'éprouvait le prince Albert à l'égard de l'éminent

---

(1) Cf. l'intéressante et très vivante étude de M. Léon Leclère, l'historien bien connu, membre titulaire de l'Académie royale de Belgique : *Notice sur la vie et les travaux d'Ernest Gossart* (avec portrait). (*Annuaire de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, 88<sup>e</sup> année (1922), p. 1-32.)

professeur que fut Adolphe Quetelet et, qui exerça sur la direction des études de son élève une influence profondément marquée.

C'est en juin 1836 que les princes Albert et Ernest arrivèrent à Bruxelles, où, conformément au désir de leur oncle, le roi Léopold I<sup>er</sup>, ils reçurent des leçons d'éminents professeurs, notamment de Quetelet, de Fétis, directeur du Conservatoire, de Bergeron de l'Université de Bruxelles, etc.

Feu Ernest Gossart divise son travail en trois parties : la première consacrée au professeur et à l'élève; la seconde, au prince et à l'ami; la troisième, en appendice, contient : 1<sup>o</sup> la correspondance d'Adolphe Quetelet et du prince Albert; 2<sup>o</sup> la correspondance de Quetelet et du prince (puis duc) Ernest. Les lettres de Quetelet ont été citées d'après les minutes conservées par la famille; celles du prince Albert, d'après les originaux.

Quetelet devait nécessairement exercer sur son élève princier la plus large influence personnelle; par les nombreuses et importantes fonctions qu'il remplissait (secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique depuis 1834, fondateur et premier directeur de l'Observatoire, tour à tour professeur à l'Athénée de Bruxelles, au Musée des Sciences et des Lettres, à l'Ecole militaire), Quetelet était l'une des sommités scientifiques du pays.

Quetelet appliqua l'enseignement des mathématiques à l'étude des phénomènes sociaux et du gouvernement, étude basée sur le calcul des probabilités et sur la statistique. Les princes poursuivirent leurs études en 1837 à l'Université de Bonn.

C'est alors que commença la correspondance entre ceux-ci et leur professeur. Elle comprend deux séries, l'une relative à la théorie des probabilités, l'autre à leur application. Gossart les considère comme l'origine des deux volumes qui ont consacré la réputation de Quetelet comme l'un des fondateurs de la physique sociale : *Lettres à S. A. R. le duc régnant de Saxe-Cobourg-et-Gotha sur la théorie des probabilités, appliquées aux sciences morales et politiques*, Bruxelles, 1848, et *Du Système social et des lois qui le régissent*, Paris, 1848. Avec la publication de ce dernier volume se termina la période de l'enseignement donné au prince Albert. Mais les relations continuèrent entre l'élève et son maître. En différentes occasions, le prince prouva à ce dernier en quelle haute estime il le tenait : en 1851, notamment, lors de la célèbre exposition de Londres, où Quetelet fut membre du jury; en 1859, à l'ouverture, à Aberdeen, de la session de l'Association britannique pour l'avancement des sciences; en 1860, à Londres, lors de l'ouverture du Congrès international de statistique, où le prince exprima sa reconnaissance des services que lui avait rendus Quetelet et où il défendit même la statistique contre ses détracteurs; ce fut pour le maître une source de joie de voir louer une science dont il avait été l'un des créateurs.

La mort prématurée du prince Albert (14 décembre 1861) priva Quetelet d'un ami précieux et dévoué. Quetelet dédia à la mémoire de l'illustre défunt, sous la date du 15 décembre 1861, son ouvrage sur la *Physique du Globe*.

En quelques pages, Ernest Gossart trace un portrait du prince et de l'ami, montre la sympathie grandissante qui avait scellé l'amitié et l'estime du prince et du savant. Un économiste anglais, Senior, décrit l'accueil fait à Quetelet, à la Cour de Saint-James, par la reine et le prince-consort. Quetelet tient le prince au courant des événements heureux ou malheureux qui surviennent dans sa famille, principalement de ses deuils successifs survenus en 1860 et en 1861.

Le premier groupe de la correspondance de Quetelet avec le prince Albert comprend seize lettres de celui-ci et vingt du premier. Les lettres adressées par Quetelet à son éminent correspondant sont relatives, particulièrement au mariage du prince avec la reine Victoria, aux études des princes Ernest et Albert en Allemagne, aux travaux de Quetelet. A chaque renouvellement de l'année, il adresse ses vœux au prince Albert. Il lui présenta (24 février 1848) son ouvrage sur le *Système social*, apprécié par lui-même dans sa lettre du 29 juin 1848. Dans les autres lettres, il est question du projet d'exposition de 1851, de la cordiale réception de Quetelet à la Cour d'Angleterre, du mariage de sa fille, de la visite de la reine et du prince-consort en Belgique (août 1852), du congrès de statistique projeté à Londres (1859).

Le second groupe de la correspondance de Quetelet avec le prince Ernest compte quatre lettres de celui-ci et cinq de Quetelet. Cette correspondance, ainsi que celle échangée avec Albert de Saxe-Cobourg, font partie des papiers de Quetelet. Dans ces billets adressés au duc, le professeur parle de ses travaux sur la théorie des probabilités appliquées, sur la physique sociale, sur la visite des princes à Quetelet (1857). On sent dans ces lettres la haute et affectueuse estime en laquelle le maître est tenu par ses anciens élèves.

Après les travaux d'ÉDOUARD MAILLY (1875), (*Essai sur la vie et les travaux de L.-A.-J. Quetelet*), de V. JOHN (1898) (*Quetelet bei Goethe*), de M. JOSEPH LOTTIN (1912) (*Quetelet statisticien et sociologue*), la contribution apportée par feu Ernest Gossart complète heureusement et révèle, sous un jour plus lumineux encore, la physionomie si impressionnante du fondateur de l'Observatoire de Bruxelles.

Le 17 février 1924 marquera le cinquantenaire de la mort de cette gloire nationale. Il serait à souhaiter qu'à cette occasion fût publiée l'importante *Correspondance scientifique* d'Adolphe Quetelet qu'il a dû tenir de par ses multiples fonctions et ses relations constantes avec l'élite du monde savant européen. Ce serait là une importante contribution à l'histoire scientifique, non seulement du pays, mais aussi de l'étranger.

Terminons cette notice bibliographique par ce vœu qu'aurait approuvé, à n'en pas douter, l'érudit historien qui a consacré la fin d'une vie si laborieuse à la préparation de cette étude éminemment intéressante pour l'histoire de la science nationale.

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

WELCH (MARGARET-M.). — *Bibliography on the Climate of South America*, Washington, 1921, 1 broch. in-4° de 42 pages. (*Monthly Weather Review*, Supplément n° 18.)

Ceux qui s'intéressent à la météorologie en général et à la climatologie en particulier salueront avec plaisir l'apparition du présent travail, dû au labeur de Miss Margaret M. Welch, de la Weather Bureau Library.

Cet opuscule rendra de précieux services, non seulement au météorologiste professionnel ou amateur, mais aussi au voyageur, au médecin, à l'émigrant, à tous ceux qui, par la nature de leurs occupations, peuvent être appelés à faire en Amérique du Sud un séjour plus ou moins prolongé. Les intéressés trouveront dans cet ouvrage les indications précises relatives au climat de ces régions. Cette



bibliographie s'arrête au 1<sup>er</sup> janvier 1919. — Voici le schéma du travail : 1. Amérique du Sud (en son entier, p. 3-8); 2. Argentine (p. 8-13); 3. Bolivie (p. 13-14); 4. Brésil (p. 14-25); 5. Guyane britannique (p. 25); 6. Chili (p. 26-30); 7. Colombie (p. 30-31); 8. Guyane néerlandaise (p. 31-32); 9. Equateur (p. 32-33); 10. Iles Falklands (p. 33-34); 11. Guyane française (p. 34); 12. Paraguay (p. 34-35); 13. Pérou (p. 35-39); 14. Uruguay (p. 39-41); 15. Vénézuéla (p. 41-42).

Sous chacune de ces rubriques, les ouvrages sont catalogués alphabétiquement (noms d'auteurs et anonymes mélangés). On pourrait peut-être reprocher à l'auteur de n'avoir pas classé les références bibliographiques chronologiquement, de manière à présenter en tête de chaque division du répertoire les travaux les plus anciens et à la fin les plus récents.

Dans chacune des différentes sections composant cette bibliographie, on relève avec un vif intérêt les références suivantes :

1. — Amérique du Sud en entier : J.-G. BARTHOLOMEW, *Atlas of Meteorology*; — ALEXANDER BUCHAN, *Report on atmospheric Circulation*; — JULIUS HANN, *Handbuch der Klimatologie*, Dritte Auflage, 1910-1911 (qualifié à bon droit de traité le plus précieux de ce genre, et à la base de tout travail de référence en climatologie; — ELISÉE RECLUS, *Nouvelle Géographie universelle*, vol. 18 et 19; — A.-J. WOIEKOW, *Die Klimate der Erde*, vol. II, chap. XX.
2. — Argentine : W.-G. DAVIS, *Clima de la Republica Argentina*, Buenos-Aires, 1898-1902-1909-1910.
3. — Bolivie : CARLOS BRAVO, *La Patria Boliviana*, La Paz, 1894, p. 74-85; — L.-S. CRESPO, *Geografia de la Republica de Bolivia*, La Paz, 1910 : climatologie, p. 81-90.
4. — Brésil : C.-M. DELGADO DE CARVALHO, *Climatologie du Brésil*. Londres, 1916; *Météorologie du Brésil*, Londres, 1917 (avec bibliographie), p. 518-525; — J. HANN, nombreuses contributions particulières parues dans le *Meteorologische Zeitschrift* relativement au climat des différentes parties du Brésil; — E. LIAIS, *Climat, géologie, faune et géographie botanique du Brésil*, Paris, 1872; A. DE PADUA DIAS, *Meteorologia e climatologia*, S. Paulo. 1917; premier travail important sur la climatologie et la météorologie, publié en portugais.
5. — Guyane britannique : J.-B. HARRISON, *The Geology of the goldfield of British Guiana*, London, 1908 (avec une description du climat).
6. — Chili : P.-G. ALDANA, *Tratado de meteorologia y climatologia agricola*. Santiago, 1899; — JOSÉ GROSSI, *Clima de las costas de Chile*, Valparaíso, 1909.
7. — Colombie : F.-L. PETRE, *The republic of Colombia*, London, 1906 (description générale du climat); — ELISSO RECLUS-COLOMBIA, traducida por F.-G. Vergara y Velasco, Bogotá, 1893 : climat, p. 133-147;
8. — Guyane néerlandaise : MAURITS SNELLEN, *Iets over het klimaat van Suriname*. Catalogue der Nederlandsche West-Indische Tentoonstelling te Haarlem, 1899. Amsterdam, 1899, p. 22-25; — AUGUST KAPPLER, *Surinam, sein Land, seine Natur, Bevölkerung und Kultur* (Verhältnisse mit Bezug auf Kolonisation) Stuttgart, 1887 : climat, p. 205-210;

9. — Equateur : C.-R. ENOCK, *Ecuador*, London, 1914 : description du climat, p. 192-205 ; — T. WOLF, *Geografia y geologia del Ecuador*, Leipzig, 1892 : p. 383-414, météorologie ;
10. — Iles Falklands : C.-E.-P. BROOKS, *The climate and weather of the Falkland (Islands) and South Georgia*, London, 1920 (Great Britain. Meteorological Office. Geophysical Memoirs, n° 15) ;
11. — Guyane française : E. BASSIÈRES, *Notice sur la Guyane française* (Exposition universelle de 1900. Colonies et pays de protectorats.) Paris, 1900 (le premier chapitre contient une description du climat) ; — J. TRIPOT, *La Guyane. Au pays de l'or, des forçats et des peaux-rouges*, Paris, 1910 (contient une section sur le climat) ;
12. — Paraguay : W.-M. BUTTER, *Paraguay : a country of vast natural resources, delightful climate, law-abiding people and stable government, rightly called the paradises of South America*, Philadelphia, 1901 (avec une description du climat) ; — W.-MANUEL CHAVES, *El Paraguay ilustrado*, Asuncion, 1918 : climat, p. 11-14 ;
13. — Pérou : ISALAH BOWMAN, *The Andes of Southern Peru*, New-York, 1916 (chap. IX et X consacrés à la climatologie des Andes péruviennes et à leur météorologie) ; — D.-D. MATEO-PAZ SOLDAN, *Géographie du Pérou*. Traduction française par Arsène Mouqueron, Paris, 1863 (avec description générale du climat des diverses provinces) ;
14. — Uruguay : ANTONIO URIOSTE *El clima del Uruguay*, Montevideo, 1902 ; — L.-C. BOLLIO, *Climatologia platense. Clima del litoral Uruguayo, clima de los llanos centrales, clima patagonico, clima andino, clima bonaerense, clima montevidiano*, Montevideo, 1916 ;
15. — Vénézuëla : L.-V. DALTON, *Venezuela*, New-York, 1912 : climat, p. 33-36 ; — WILHELM SIEVERS, *Venezuela*, Hamburg, 1888 : climat, p. 24-38 ;

Dans le travail de Miss Welch, nous avons noté avec satisfaction différents ouvrages écrits par des Belges :

3. — Bolivie : WILLIAM VAN BRABANT, *La Bolivie*, Paris et Bruxelles, 1908 : climatologie, p. 20-25 ; Id., *Quelques mots sur le climat de la Bolivie*, « Ciel et Terre », 30, 1909, p. 261-265 ;
4. — Brésil : L. CRULS, *Le climat de Rio-de-Janeiro*, d'après les observations météorologiques faites pendant la période de 1851 à 1890. Rio-de-Janeiro, 1892 ; Id., *Le climat du Brésil*, « Revue scientifique » (4), 6, 1896 ;
12. — Paraguay : ERNEST VAN BRUYSSSEL, *La république du Paraguay*, Bruxelles, 1893 : climat, p. 75-77 ;
14. — Uruguay : E. VAN BRUYSSSEL, *La république orientale de l'Uruguay*, Bruxelles, 1889 (chap. II, description du climat).

En ce qui concerne le Paraguay, l'auteur mentionne un ouvrage de Serafin Rivas, publié en espagnol. Par contre, un travail en français du même auteur est omis ; il est intitulé : *Etude sur le climat du Paraguay*, Assomption, 1890. Une brochure in-8° de 38 pages.

Quant au plan du travail, peut-être aurait-on pu mettre en tête, dans chaque section, les ouvrages d'ensemble relatifs au climat du pays intéressé, ensuite faire

suivre les articles de revues concernant ces mêmes généralités; enfin les travaux relatifs à des provinces ou bien à des villes; la bibliographie aurait pu se terminer par une table onomastique des auteurs, avec renvoi à la page.

Les descriptions des volumes sont précises; les indications des sources sont exactes. Lorsqu'il y a lieu, des notes imprimées en petits caractères signalent le caractère particulier de l'article ou du volume considéré.

L'auteur mérite de vives félicitations pour l'exécution soignée d'un travail bibliographique qui certes n'était pas sans écueils. Terminons en émettant le vœu de voir bientôt publier un répertoire identique pour l'Europe, pour l'Afrique et pour l'Océanie. Cela rendrait de précieux services à tous ceux qui sont amenés à s'occuper de climatologie.

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

Depuis la parution, en 1890, du *Traité d'Astronomie pratique* de GÉLION TOWN, il n'a plus été publié, à l'usage des amateurs d'astronomie, de guide pour l'usage des instruments d'astronomie.

Nous nous faisons donc un plaisir de signaler aux nombreux membres de la Société qui s'adonnent à la pratique des observations astronomiques, la publication d'un excellent ouvrage : *The Telescope*, par M. LOUIS BELL.

C'est un traité succinct, mais qui contient en un langage clair et précis tout ce qu'un amateur d'astronomie devrait connaître sur l'histoire, la théorie, la construction et l'usage du télescope, ce terme comprenant aussi bien le réfracteur que le réflecteur. Les chapitres traitant « de la fabrication des verres d'optique »; « des propriétés des objectifs et des miroirs »; « des oculaires »; « des soins et de l'essai du télescope »; « de la vision et de l'agrandissement », méritent une mention toute spéciale.

Il est vraiment regrettable pour les amateurs de langue française que cet intéressant ouvrage soit publié en anglais, ce qui en limitera forcément l'usage dans nos contrées. D'autre part, les conditions lamentables de notre change rendront son prix de 15 shillings prohibitif pour beaucoup d'entre nous.

*Observatoire d'Helouan* (près Le Caire). — Nous n'avons pu, jusque maintenant, par suite surtout des circonstances attribuables à la guerre et à la situation d'après-guerre, rendre compte d'une manière suivie, des publications scientifiques parues pendant ces dernières années, et qui nous sont parvenues, plus ou moins régulièrement, ces derniers temps.

Tel est le cas, entre autres, pour les bulletins publiés par l'Observatoire d'Helouan; nous avons cependant pu donner une analyse de deux de ces bulletins.

Ci-après un résumé global, très succinct, de ceux reçus jusqu'à ce jour :

*Situation de l'Observatoire.* — Il a été fondé en 1868, à Abbassia, mais à l'origine il s'occupait principalement de météorologie.

Il fut transféré, le 1<sup>er</sup> janvier 1904, à Helouan.

Il est situé sur le plateau calcaire désertique, à l'est du Nil, à 5 kilomètres de ce fleuve. Les coordonnées géographiques du pilier de transit sont :

Longitude : 2 h. 5 m. 22 s. E. de Greenwich.

Latitude : 29° 51' 31" N.

Altitude : 130 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer.

La détermination de la latitude a donné lieu, à diverses reprises, à des observations et à des travaux, afin d'en établir les variations éventuelles. Le bulletin n° 6, de mai 1912, admet pour la latitude du pilier de transit : 29° 51' 31" 07 N.

*Attraction locale* du fil à plomb dans les verticale, près de la vallée du Nil.

*Observations de comètes*, et notamment de la comète de Halley.

*Observation de la marche de deux chronomètres de marine*, afin d'effectuer des mesures gravitiques le long de la vallée du Nil, depuis Le Caire jusqu'à Khartoum.

*Observation du huitième satellite de Jupiter à l'opposition de 1912.*

*Observations de nébuleuses.* — Nous en avons donné une analyse. Elles donnent la structure de certaines nébuleuses qui n'avaient pas encore été photographiées précédemment.

*Note sur une tentative pour protéger un miroir argenté*, l'empêcher de se ternir et éviter la formation de taches. (Bull. n° 10, mars 1913.)

Dans cette note, on rappelle un mémoire de M. Pirot, de l'Observatoire de Meudon : *Sur un mode de protection de l'argenture des miroirs* (C. R. de l'Acad. des sciences, t. 149, p. 725.) Elle pourra être consultée avec fruit par ceux qui s'intéressent spécialement au travail de M. VINCART : *La taille des miroirs de télescopes à portée de l'amateur*, dont la publication a commencé dans le numéro d'avril 1922 de *Ciel et Terre*.

*Note sur une méthode de mesure de faibles différences en longitude.* — Une analyse de cette note a paru dans *Ciel et Terre*.

*Essais photographiques du miroir parabolique de 30 inch de l'Observatoire d'Helouan.*

*La pendule de Riefler, de l'Observatoire d'Helouan.* — Observations au sujet de sa marche.

*Observations de la radiation solaire (détermination de la constante solaire).* — Elles ont fait l'objet de plusieurs notes qui ont paru dans les bulletins n° 14 (novembre 1914), n° 17 (octobre 1915) et n° 23 (décembre 1921). Ceux que la question intéresse consulteront surtout les bulletins n° 17 et 23.

On sait ce qu'il faut entendre par *constante solaire* : c'est la quantité de chaleur exprimée en petites calories, que le Soleil nous envoie sous l'incidence normale, par centimètre carré de surface et par minute.

On en déduit la température du Soleil.

A. B.

---

## Nécrologie.

L'Institut météorologique central de la Roumanie annonce la mort de son premier Directeur STEFAN C. HEPITES.

L'illustre défunt, créateur et organisateur de l'Institut a voué une vie entière de labeur aux recherches météorologiques et géophysiques concernant la Roumanie.

E. D.

VIENT DE PARAÎTRE

---

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par *Hubert TSCHSCHNER*

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,  
107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

**ATELIEBS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



ANCIENNE MAISON  
S. GECELE

**D. AVANZO**

Successeur

**86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**  
pour amateurs et professionnels

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**



BULLETIN  
DE LA  
*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*  
ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES  
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Origine des étoiles doubles</i> , par M. Gheury-De Bray.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 351   |
| <i>Histoire des sciences : Ole Roemer et le thermomètre Fahrenheit</i> , par E. Lagrange.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 357   |
| <i>Sur le déplacement du zéro dans l'électromètre enregistreur de Mascart</i> , par J. Jaumotte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 363   |
| <i>L'Observatoire astronomique de Vilna</i> , par L. Van Aerschodt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 368   |
| <i>Le barographe à mercure « Loyola »</i> , par Manuel Maria S. Navarro, S. J.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 371   |
| <i>Sur la situation climatique de la Pologne et sur son degré de continentalisme</i> , par Ladislav Gorczynski.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 375   |
| <i>Notes : Comète Baade 1922c. — Comète Skjellerup 1922d. — Comète périodique Perrine 1922e. — Nova</i> , par E. D. — Erratum. — <i>Le tremblement de terre de Coquimbo (La Serena) et du Chili. — Union géodésique et géophysique internationale; Magnétisme terrestre et électricité atmosphérique. — Les nouvelles théories météorologiques, le front polaire de V. Bjerknes. — Sismologie appliquée. — Les Frères Scolopi et Galilée</i> , par E. L. | 389   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 397   |
| <i>Un astronome belge : Louis Niesten (1844-1920) (suite)</i> , par Aug. Collard.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 400   |

---

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

---

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, H. CHARBONNEAU, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63 avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**



## ORIGINE DES ÉTOILES DOUBLES

Prof. J.-H. Jeans, le savant cosmogoniste anglais, a publié sous ce titre dernièrement dans *Scientia*, une étude des plus fascinantes, dans laquelle il examine les causes qui peuvent avoir été mises en œuvre pour former les étoiles doubles. Nous résumons ci-après les considérations qui font l'objet de cette étude.

Les étoiles doubles sont beaucoup plus nombreuses qu'on l'a cru généralement jusqu'à présent; sur 12 étoiles qui sont plus brillantes que la première grandeur, il n'y en a pas moins de 7 que l'on pense définitivement être doubles (Sirius, Capella,  $\alpha$  Centaure, Rigel, Procyon, Altaïr et Betelgeuse). Sur 24 étoiles qui sont connues pour être à une distance n'excédant pas 16 années-lumière (5 parsecs), il y en a 9 que l'on croit doubles, mais des 15 qui restent, une forte proportion n'a pas été ou ne peut pas être examinée quant à la structure binaire.

Cinq étoiles seulement sont plus lumineuses que notre soleil, et chacune de ces 5 étoiles est une étoile double (Sirius, Altaïr, Procyon,  $\alpha$  Centaure,  $\eta$  Cassiopée).

Généralement on peut dire que la proportion de systèmes binaires connus décroît à mesure que les chances de détection diminuent, et que chaque fois qu'une investigation détaillée est faite portant sur un groupe spécial d'étoiles, la proportion d'étoiles binaires est forte. Il semble qu'au moins une étoile sur deux soit double.

Les étoiles doubles ne peuvent s'être formées que d'une des deux manières suivantes : 1<sup>o</sup> par la fission d'une masse simple; 2<sup>o</sup> par la jonction de deux masses antérieurement indépendantes.

Il est à remarquer que les masses des composantes des systèmes binaires sont généralement relativement égales; en effet, il se trouve que sur dix systèmes binaires il n'y en a qu'un seul, dont le rapport des masses soit aussi faible que 1 à 3. De plus, la grandeur apparente, et par suite l'éclat intrinsèque des composantes, sont généralement comparables, et les types spectraux ne diffèrent pas considérablement. Si les masses des étoiles simples elles-mêmes différaient considérablement, l'égalité des composantes des systèmes binaires conduirait à une origine due à une fission. Mais les étoiles simples montrent une surprenante uniformité dans leurs masses, de sorte que deux étoiles prises au hasard formeraient probablement un système dont les composantes auraient approximativement la même masse.

Aitken donne une liste de 15 étoiles dont la masse est bien connue. On peut grouper ces étoiles par paires de 105 façons différentes, la moyenne du rapport des masses de ces 105 paires est 0.55. Pour 31 systèmes binaires spectroscopiques bien déterminés, le rapport des masses est de 0.748, plus grand que si ces accouplements étaient dus au hasard. Il faut cependant remarquer que ces 31 systèmes binaires sont exceptionnels, puisque le fait qu'ils sont spectroscopiques implique que le spectre des deux composantes est visible. Une étoile double dont le rapport des masses est très différent de l'unité échapperait probablement à la détection, visuelle et spectroscopique, à moins qu'elle ne soit très proche de nous ou très brillante. Pour 5 étoiles doubles plus lumineuses que le soleil, et plus près que 5 parsecs, la moyenne du rapport des masses est 0.61. Ce rapport est donc approximativement ce qu'il serait si les masses étaient prises au hasard.

De même pour l'égalité de l'éclat intrinsèque : généralement ce n'est que lorsque les deux composantes sont sensiblement de même éclat intrinsèque que l'étoile sera vraisemblablement discernée comme étoile double.

Pour avoir de la valeur, l'argument doit donc être basé sur les étoiles les plus proches ou les plus brillantes ; or, on trouve :

α Centaure, rapport lumineux : 3.5

Sirius,           "           " : supérieur à 10,000

Procyon,       "           " : " à 160,000

61 Cygne,       "           " : 1.8

Capella,        "           " : au delà de toute valeur mesurable.

L'investigation ne conduit donc à aucun résultat.

Russell, en essayant de tracer l'histoire probable d'un système binaire formé par la fission d'une masse simple, a été amené à établir que dans le cas d'étoiles multiples, causées par fission successive, la distance des étoiles de la deuxième paire peut être au plus  $1/5$  de la distance des composantes du système originaire, et peut être beaucoup moindre. Ainsi une étoile quadruple doit consister en deux paires serrées, à une distance d'au moins cinq fois la distance des composantes dans le moins serré des deux systèmes composant l'étoile quadruple. La plupart des étoiles multiples sont de ce type. Ces faits sont en accord avec la théorie même si l'on tient compte de ce que, par suite de l'effet de la perspective, nous ne pouvons mesurer que la projection de la distance sur le plan visuel, et non la distance réelle. Ces systèmes écartés dans lesquels la séparation des composantes est de

l'ordre de 1000 années de mouvement propre font exception, et par suite, leur origine ne semble pas être due à une fission.

De plus, du fait que, d'après les recherches du prof. Jeans lui-même, il existe une limite inférieure de densité au-dessous de laquelle une fission ne peut pas se produire (c'est la densité à laquelle les lois des gaz cessent d'être obéies dans la plus grande portion de la masse gazeuse, de sorte que cette limite coïncide approximativement avec la phase de transition des étoiles géantes aux étoiles naines) et de ce que, d'après Russell, si la seconde fission a eu lieu à une densité de 5 au plus, la densité au moment de la première fission doit avoir été moindre que  $1/76$ , il semble improbable qu'une fission se produise à une densité aussi basse que celle-ci, et il est donc très probable que, tandis que les paires serrées des étoiles multiples sont formées par fission rotationnelle, les paires écartées se sont formées d'une autre façon. La même disposition finale trouvée par Russell existerait si ces paires écartées étaient nées comme deux nuclei séparés, adjacents dans la nébuleuse mère, à condition qu'ils aient été en révolution mutuelle pendant toute leur existence. Dans ce cas il n'y a pas de limite inférieure à la densité du système.

Il y a d'autres méthodes d'attaque du problème.

Russell et d'autres ont montré que, généralement, si le système n'est pas soumis à l'action d'une force extrême, après une fission, ni le paramètre ni la période de l'orbite ne peuvent changer considérablement, et que le paramètre doit rester moindre que le diamètre moyen de la masse originelle justement avant la rupture. Par exemple, si  $\alpha$  Centaure (excentricité 0.51, période 78.83 ans) s'est formé par fission et n'a pas été soumis depuis à des forces extérieures, le rayon moyen de la masse originelle justement avant la rupture d'équilibre doit avoir été d'au moins 2 500 000 000 kilomètres, ce qui implique une densité moindre que  $6 \times 10^{-14}$ .

Pour la plupart des systèmes dont la période est supérieure à une année, l'hypothèse d'une fission sans action externe subséquente conduit à une densité moyenne avant la rupture, de moins de  $10^{-6}$ . Ces densités basses ne sont pas favorables à une fission rotationnelle et l'on doit donc conclure soit que les systèmes, visuels et autres, de période supérieure à une année n'ont pas été formés par fission, ou bien que leurs orbites ont été considérablement perturbées par des forces extérieures après la rupture.

Dans cette dernière supposition il n'y aurait aucune corrélation

entre les périodes et les excentricités, mais certaines lois statistiques seraient discernables. Le carré de l'excentricité pourrait avoir une valeur quelconque, et, tandis que pour les périodes supérieures à 30 ans, toutes les valeurs seraient également probables, il y aurait une abondance extraordinaire de courtes périodes. Par exemple, pour une seule orbite de période comprise entre 30 et 500 ans, il y en aurait environ 25 dont la période serait comprise entre 30 et 35 jours et pas moins de 150 000 000 dont la période serait de 10 à 11 jours. Il y en aurait aussi, naturellement, un nombre infini dont la période serait supérieure à 500 ans.

Or, quoique les faits aient une tendance à se conformer à ces lois, ils ne sont pas vérifiés. Si l'on divise les excentricités en cinq groupes égaux, 0 à 0.2, 0.2 à 0.4, etc., on trouve, il est vrai, que 87 couples visuels, cités par Aitken, se répartissent dans ces groupes selon les nombres 7, 20, 35, 17, 8, dont les trois premiers sont presque exactement dans la proportion 1 : 3 : 5 : 7 : 9 qu'exige la théorie, la loi étant vérifiée jusqu'à l'excentricité 0.60. Mais pour les excentricités supérieures la loi se trouve entièrement en défaut, peut-être en partie à cause de la difficulté s'attachant à la découverte de couples très excentriques. Pour les couples spectroscopiques la loi est aussi absolument en défaut : les nombres selon lesquels 119 orbites données par Aitken sont réparties dans les 5 groupes sont : 78, 18, 16, 6, 1, indiquant un énorme excès d'orbites de faible excentricité.

Quant aux périodes, il est vrai qu'elles se divisent en deux groupes, très courtes et très longues périodes, mais, comme ces groupes correspondent aux groupes spectroscopiques et visuels, respectivement, cette division peut être purement artificielle et résulter de nos moyens de détection des étoiles doubles. Pour éviter cette source d'erreur il faut de nouveau nous limiter aux étoiles qui sont très près et très brillantes. Les 5 étoiles qui sont plus brillantes que le soleil et plus près que 5 parsecs sont toutes des systèmes binaires (la sélection observationnelle est donc éliminée). Pour Altaïr, qui est spectroscopique, la période est de 43 jours, pour les autres, qui sont visuelles, les périodes sont de 39, 49, 79 et 508 ans respectivement. Le nombre de périodes entre 30 et 500 ans est considérablement en excès sur celui prédit par la théorie, et l'extension de l'investigation aux autres étoiles brillantes les plus voisines confirme nettement ce résultat.

Les excentricités et les périodes n'ont donc pas été nivelées jusqu'à l'état prédit par la théorie, de sorte qu'il reste encore deux « bosses »

d'orbites. L'une comprend les binaires de faible excentricité, presque toutes des binaires spectroscopiques de courte période; l'autre comprend les binaires de périodes comprises entre 30 et 500 ans, presque toutes visuelles, d'excentricité modérée (moindre que 0.5 en moyenne). Ces deux groupes doivent correspondre aux types d'orbites avec lesquelles les étoiles commencent leur carrière.

La faible excentricité des orbites du premier groupe désigne une origine due à une fission rotationnelle. Une étoile double formée de cette façon commencerait avec une excentricité faible ou nulle et avec une courte période. Comme on l'a vu, il semble que la fission devrait se produire vers la fin de la phase géante, et cela explique bien la corrélation entre la progression de l'excentricité, de la période et du type spectral, dans le cas des couples spectroscopiques remarqués par Campbell et Aitken.

L'origine des groupes du second type est probablement une survivance de nuclei indépendants et adjacents dans la nébuleuse mère. La densité  $10^{-12}$  se rapporterait à cette nébuleuse et ne serait pas déraisonnable.

Dans les systèmes multiples, les paires serrées et espacées correspondent respectivement à la première et à la seconde des « bosses » d'orbites citées plus haut. Il est probable que la période de rotation de chaque constituant de la paire espacée coïnciderait approximativement, initialement avec sa période de révolution sur son orbite (mêmes faces restant tournées l'une vers l'autre), de sorte que le résultat des travaux statistiques de Russell sont entièrement expliqués.

Dans les systèmes plus espacés, dont la distance est de l'ordre de 1 000 ans de mouvement propre, chaque constituant peut représenter une condensation séparée de la nébuleuse primitive, et il se peut qu'il existe aussi une gradation continue de systèmes de ce genre vers des groupes tels que :  $\theta$  Orion, les Pléiades et l'amas de la Grande Ourse.

Puisque, dans beaucoup de systèmes multiples, les paires serrées sont des couples visuels, il ne faut pas conclure que toutes les paires visuelles sont dues à la survivance de nuclei séparés; de même, le fait que dans certains systèmes, les couples serrés sont des binaires spectroscopiques doit prévenir la conclusion que tous les couples spectroscopiques sont dus à une fission. D'ailleurs, il y a des systèmes binaires spectroscopiques, tels que Betelgeuse, de densité trop faible pour avoir une origine due à une fission.

Des trois origines possibles : *a*) fission, *b*) nuclei indépendants, *c*) capture, on a donc trouvé dans la distribution des excentricités et des périodes un groupe ou « bosse » correspondant à (*a*) et à (*b*). Un groupe correspondant à (*c*) consisterait en un excès d'étoiles d'excentricités voisines de l'unité et de très longues périodes. Ces observations montrent une grande rareté d'orbites de cette sorte (rareté peut-être due en partie à la difficulté de les observer). Mais il semble que la théorie de la capture ne peut expliquer une proportion considérable des orbites *observées*. En outre, des considérations mathématiques montrent que les captures seraient excessivement rares. Dans un univers semblable au nôtre quant aux distances stellaires et aux mouvements propres, et contenant 1 000 000 000 d'étoiles, le nombre de captures en 1 000 000 000 d'années serait au plus de l'ordre de 10 000, soit une proportion de 0.001 pour cent.

Il a été démontré que, en général, les étoiles doubles spectroscopiques sont d'origine (*a*) et les étoiles doubles visuelles sont d'origine (*b*), mais une division plus précise est possible. En effet, pour éliminer l'effet de la sélection instrumentale, considérons seulement les vingt systèmes les plus brillants : la liste contient deux systèmes triple (l'Étoile polaire et Algol) et un système quadruple (Castor), de sorte qu'il y a en tout 24 périodes.

Sur ces 24 périodes, 13 appartiennent à des couples spectroscopiques ayant des périodes dont la plus longue est de 104 jours, et 10 (5 spectroscopiques et 5 visuelles) ont des périodes dont la plus courte est de 1515 jours. Une des périodes (Algol) est intermédiaire, 1,874 ans, mais son interprétation est incertaine.

La lacune est trop prononcée pour être accidentelle. Elle n'est pas due à une sélection instrumentale, puisqu'il n'y a pas moins de 4 couples spectroscopiques ayant une période comprise entre 4 et 6 années. Il est naturel de supposer que cette lacune correspond à la division entre les origines (*a*) et (*b*).

Des 13 systèmes que la présente étude attribue à une fission, 4 sont des étoiles géantes. Mais la discussion a montré qu'il n'est pas vraisemblable qu'une étoile géante se sépare par fission. Or, pour trois de ces quatre étoiles, une certaine fonction (le produit du cube du rapport des masses par le sinus de l'inclinaison de l'orbite) qui, dans la plupart des systèmes est comparable à l'unité, est inconcevablement faible (Rigel, 0.0001 ;  $\alpha$  Persée; 0.0000; Étoile polaire, 0.00001). Pour la quatrième (Capella), elle est plus grande mais incertaine, Or,

une faible valeur pour cette fonction donne des doutes sur le fait que l'on a réellement affaire à un système binaire (les étoiles variables dites « Céphéides », pour lesquelles cette fonction est uniformément faible, ne sont plus admises comme étant des étoiles doubles). Eliminons ces quatre étoiles. Des 20 périodes restantes, 9 sont attribuables à une fission et sont toutes, soit des naines, soit des étoiles du type A ou B, la plus longue étant de 96.67 jours ( $\alpha$  Andromède), 10 sont attribuables à une survivance de nuclei indépendants, la plus courte période étant de 4.15 années ( $\epsilon$  Grande Ourse), tandis que la période intermédiaire d'Algol reste d'interprétation douteuse comme auparavant.

Etendant cette investigation aux couples spectroscopiques dont Aitken a donné la liste, il semble que presque toutes les étoiles doubles géantes auxquelles cette discussion assignerait une fission comme origine montrent les caractéristiques générales des Céphéides, et ne sont probablement pas doubles du tout. Il reste 3 cas douteux :  $\eta$  Pégase, géante du type G, période 818 jours;  $\beta$  Hercule, géante du type K, période 411 jours, et  $\gamma$  Andromède, géante du type K, période 20.5 jours. Cette dernière peut se déclarer comme étant une Céphéide, car Burns annonce la découverte d'une augmentation graduelle de la période.

Nous avons pensé désirable de donner un compte rendu très détaillé de cette étude, dont on peut juger l'importance et la fascination.

M. GHEURY-DE BRAY.

---

## HISTOIRE DES SCIENCES

### Ole Roemer et le thermomètre Fahrenheit.

*Ciel et Terre* s'est souvent occupé de l'histoire du thermomètre et a suivi avec intérêt (1) les phases de son développement; elles méritent surtout l'attention parce qu'elles mettent en évidence la genèse des acquis scientifiques et sont révélatrices des processus intellectuels de l'esprit humain. C'est aussi sans doute pour ce motif que la revue *Isis*, fondée en 1913 par notre compatriote G. Sarton et consacrée à

---

(1) *Ciel et Terre*, 1880-81, p. 28; 1891-92, p. 142; 1893-94, p. 213; 1895-96, p. 269; 1902-03, p. 357.

l' « Histoire de la Science et de la Civilisation », nous apporte un complément à l'histoire de cet instrument (1) par la plume du professeur Florian Cajori (University of California, Berkeley, California).

L'auteur s'y propose, comme il le dit, « d'examiner à nouveau la question de savoir comment Fahrenheit en vint à adopter l'échelle thermométrique qui porte son nom et si le zéro qu'il avait adopté était pour lui un zéro absolu ». On sait que les bases de cette échelle ne sont pas des points fixes (températures invariables d'ébullition ou de fusion), mais des états thermiques assez stables et aisés à retrouver : le plus bas est celui d'un mélange réfrigérant « glace, eau, sel marin » dont la température devait chercher à reproduire la plus basse de celles subies (au Danemark) pendant le fameux hiver de 1708-09; l'état thermique supérieur correspondait à la température du corps humain (prise dans la bouche ou sous l'aisselle d'un homme bien portant).

M. Florian Cajori pense, avec raison, que, pour fixer avec certitude ce qui est dû à Fahrenheit dans les progrès de la thermométrie, le plus sage est de n'écouter que ce qu'il a écrit lui-même à ce sujet; il analyse donc à nouveau les cinq notes que contient le tome XXXIII des *Philosophical Transactions* pour les années 1724 et 1725, seuls documents que le médecin-physicien de Dantzig nous ait laissés. Il en conclut que Fahrenheit a bien pris comme bases de son échelle les deux états thermiques que nous avons cités plus haut et les a dénommés « zéro et 24 degrés tout d'abord, zéro et  $4 \times 24 = 96$  degrés plus tard ». Fahrenheit, d'ailleurs, aurait trouvé ensuite que le premier gel de l'eau (et non la fusion de la glace) obtenu avec un certain mélange réfrigérant et l'ébullition de l'eau se marquaient à son thermomètre dans la première échelle aux degrés 8 et 60, dans la seconde, aux degrés 32 et 212.

Tout ce qu'ont écrit, de plus, au sujet de ce que l'on doit à Fahrenheit, différents auteurs comme Gerland, P. Van Musschenbroek, Van Cettingen, Poggendorff, ne peut subsister en présence de la précision des écrits mêmes de l'inventeur. Tel est le résumé de ce que nous dit M. le professeur Cajori. Mais ce que nous pouvons ajouter, c'est que ses conclusions nous étaient connues depuis longtemps par les travaux de M<sup>me</sup> K. Meyer que l'on trouvera rassemblés dans les écrits suivants :

*Ole Römer und das Thermometer*, Arch. für die Gesch. der Naturw., Bd. II, 1910.

---

(1) *Isis*, vol. IV, 1921, n° 10, p. 17.



*Temperaturbegrebets udvikling gennem tiderne. København, 1909.*  
*Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten.*  
*Braunschweig, 1913.*

Ils nous conduisent même bien au delà et jettent un jour tout nouveau sur l'origine même du thermomètre Fahrenheit et les mérites réels de ce savant.

Il est très singulier que M. Cajori semble ignorer entièrement ces travaux et la découverte des « *Adversaria* », où M<sup>me</sup> Meyer a puisé des renseignements précieux, tout à fait inconnus jusqu'à ce jour sur les travaux de Roemer en thermométrie et ses relations bien probables, même certaines, avec Fahrenheit. On sait que nos compatriotes, MM. Van Biesbroek et Tiberghien, ont obtenu de l'Académie des Sciences danoise une distinction honorifique des plus flatteuses pour leur beau travail d'éclaircissement des précieuses notes astronomiques que les « *Adversaria* » contiennent ; ils ont contribué ainsi à rehausser encore la gloire scientifique de Roemer. *Ciel et Terre* a publié d'ailleurs à ce sujet une belle étude de notre collègue M. Van Biesbroeck lui-même.

M<sup>me</sup> K. Meyer, de son côté, a porté ses études critiques sur les travaux thermométriques de l'illustre savant danois et a établi, sans conteste possible, que le thermomètre dit de Fahrenheit n'est que la copie imparfaite d'un instrument thermométrique inventé par Roemer. Une différence fondamentale les distingue et c'est ce que nous voulons rappeler ici. Dans les « *Adversaria* » que M<sup>me</sup> Meyer a retrouvés dans la Bibliothèque de l'Université de Copenhague, Roemer dit très précisément que les points de fusion de la neige et d'ébullition de l'eau sont fixes ou à peu près et que conséquemment ils se prêtent avec avantage à la construction d'un thermomètre qu'il appelle « original ». D'après ce que nous connaissons maintenant, grâce à MM. Van Biesbroeck et Tiberghien, des idées si avancées du savant danois au sujet d'un système physique de mesures universelles, il semble que ce terme d'original fût dans son esprit synonyme de « normal », dans le sens où les physiciens le prennent aujourd'hui. Il y a plus : Roemer insiste sur ce fait que la graduation doit correspondre à des volumes égaux de dilatation, et ses « *Adversaria* » renseignent un procédé de calibrage à la goutte de mercure qui est en principe identique à celui employé encore actuellement dans la graduation des thermomètres de précision. Ses pesées lui ont aussi donné une valeur très approchée de la densité du mercure qu'il trouve égale à 13,5, alors que Regnault la fixe à 13,596.

On voit donc les idées directrices les plus nettes présider chez Roemer à la construction et à la graduation du thermomètre; cet instrument pour la première fois devient par ce fait bien comparable à lui-même. Est-il nécessaire de faire ressortir l'importance de cette propriété instrumentale? la science physique du calorique ne pouvait naître sans que les deux concepts fondamentaux qui lui servent de base, température et quantité de chaleur, fussent précisés; la construction d'un thermomètre comparable à lui-même était le premier pas fait dans cette voie.

Le choix de deux points fixes suffit pour déterminer une échelle thermométrique divisée en degrés de volumes égaux de dilatation, pourvu que l'on assigne des valeurs numériques arbitraires à ces deux points fixes, par exemple 0° et 100°.

Dans ce cas, un degré d'élévation de température correspond à une dilatation du mercure égale au centième de sa dilatation totale entre les températures zéro et cent.

Roemer le savait bien, mais il appliqua ceci d'une manière un peu particulière, comme nous allons le voir.

D'après les « *Adversaria* » et M<sup>me</sup> K. Meyer, Roemer était en possession de son thermomètre dès 1702, et quoique le texte découvert ne cite pas le mercure comme liquide du thermomètre, le fait de la graduation par l'ébullition de l'eau le prouve à suffisance.

Après avoir déterminé les points fixes que nous avons cités, Roemer supposait le volume du tube les séparant, divisé en sept parties égales et reportait sous le point de fusion de la neige l'une de ces parties, afin de pouvoir repérer des températures plus basses; il avait, en outre, fixé à 60 le nombre de degrés que devait comporter son thermomètre; la raison du choix de ce nombre 60 pourrait peut-être être recherchée dans une analogie avec les 60 minutes de l'échelle horaire du temps; quoi qu'il en soit, ces deux conditions réunies donnaient une étendue de 7°5 à la partie de l'échelle placée sous le point de fusion de la neige, point qui était dénommé 7°5, alors que la température d'ébullition de l'eau était représentée par 60°.

Vint le fameux hiver de 1708-09, qui est resté célèbre dans les régions du Nord par sa longue durée de décembre à avril plutôt que par sa rigueur. Roemer observa soigneusement les indications de son thermomètre, et son registre d'observations nous a même conservé une véritable courbe thermométrique des températures les plus basses observées par lui du 26 décembre 1708 au 1<sup>er</sup> avril 1709. En voici un

extrait comprenant la date du 7 janvier 1709, à laquelle le mercure est descendu un peu plus bas que le zéro, à huit divisions sous le point de fusion de la neige :

Roemer avait cru, en reportant ces 7<sup>es</sup> de son échelle sous le point de fusion de la neige, que jamais un froid terrestre n'amènerait le mercure plus bas; observant que pendant ce terrible hiver il avait atteint la division huit, il considéra ce point extrême comme un nouveau zéro et marqua dorénavant 8 à la fusion de la neige au lieu de 7<sup>es</sup>. C'est ce que montre le croquis inséré dans les « *Adversaria* » et les notes que Horrebow, élève de Roemer, y a ajoutées de sa main.

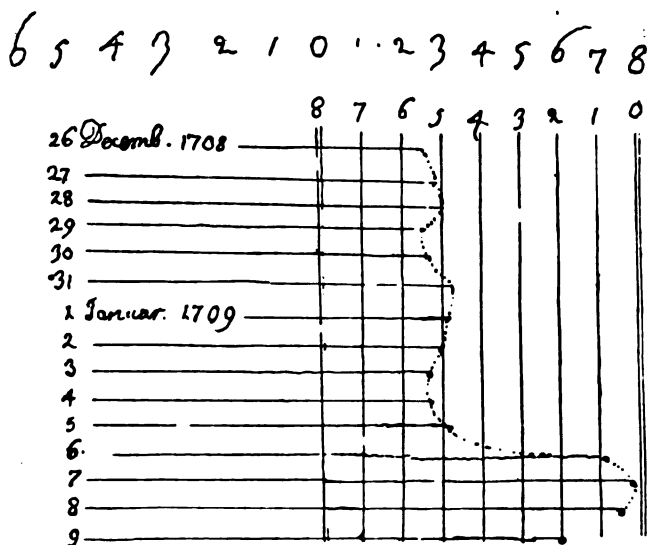


FIG. 17.

Ce qui prouve aussi qu'en proposant sa graduation, Roemer a obéi aux idées que nous venons de développer; c'est que Horrebow en un autre endroit, critiquant cette graduation, propose de diviser l'intervalle fondamental, non plus en sept mais en quatre parties, dont une sera portée sous le point de fusion et de compter 100 divisions entre les points extrêmes; de cette façon, dit-il, on pourra noter plus correctement (c'est-à-dire toujours positivement) des températures comme il doit s'en présenter en Islande ou au Grönland.

Venons maintenant aux relations entre Fahrenheit et Roemer et au

passage entre leurs deux échelles. Les documents accumulés et examinés par M<sup>me</sup> Christine Meyer avec un esprit critique très entendu, montrent clairement ce passage. En premier lieu, la question de savoir si Fahrenheit a personnellement connu Roemer, reste en réalité non entièrement élucidée, mais toutes les apparences sont affirmatives. Le principal document qui semble le constater est un manuscrit anonyme découvert à la Bibliothèque royale de Berlin et dans lequel, à propos des personnages célèbres de Dantzig au XVIII<sup>e</sup> siècle, il est donné quelques détails sur la jeunesse de Fahrenheit (1686†1736); il y est dit expressément que, poussé par l'amour des études scientifiques, il visita entre 1702 et 1709 le Danemark et la Suède et entra en relation avec les mathématiciens les plus célèbres, sans qu'on les cite d'ailleurs.

Sur le fait même que le thermomètre de Fahrenheit, celui dont il retrace la construction dans les notes des *Philosophical Transactions*, dérive d'un thermomètre de Roemer, il n'y a d'ailleurs aucun doute. Si Fahrenheit ne l'a pas dit, d'autres l'ont dit pour lui et ne sont pas suspects. C'est d'abord Boerhaave qui, dans ses *Éléments de Chimie* (1732), dit expressément que Roemer est l'inventeur des thermomètres que Fahrenheit, constructeur de ces instruments et avec lequel il était lié, lui avait fournis. Après Boerhaave, Hanow, en 1736, écrit dans ses *Curiosités naturelles expliquées* : « dans les bons thermomètres, inventés par Roemer et construits par Fahrenheit » (1).

La question d'origine n'est donc pas douteuse, mais les graduations, comment se relient-elles?

Les investigations bibliographiques de M<sup>me</sup> Meyer apportent la preuve de ce fait bizarre que dans les plus anciens thermomètres Fahrenheit dont on possède la description (ceux de Barnsdorf, son répétiteur de mathématiques et élève à Rostock, auquel il avait confié le secret de leur construction) la graduation 7 1/2 est donnée au point de fusion de la neige. C'est le témoignage de Grischow (*Miscell. Beriolenses*, 1740) qui est décisif à ce sujet. Comment ne pas voir là le souvenir de la graduation de Roemer?

C'est Grischow aussi qui nous apprend le premier que, dans le thermomètre Fahrenheit, les échelles suivantes furent 0, 8, 24, puis 0, 32, 96.

---

(1) Voir *Ciel et Terre*, 1893-94, p. 214.

Tout cela montre de la manière la plus évidente que Fahrenheit a joui jusqu'ici d'une réputation d'inventeur à laquelle il n'a nullement droit et que c'est sur Roemer, sur son ingéniosité de savant et de réalisateur qu'il faut reporter notre reconnaissance scientifique.

Je n'ai fait ici que me borner à reproduire les arguments principaux et les plus serrés qui définissent la thèse de M<sup>me</sup> Meyer ; on en trouvera beaucoup d'autres du même ordre dans son Mémoire.

Justice est donc faite à Roemer et grâce à l'interprète des « *Adversaria* », il est rendu à César ce qui lui appartient. Mais en réalité est-il certain que Roemer lui-même soit le premier physicien qui ait employé des points *fixes* comme bases de la graduation d'un thermomètre à liquide.

A l'heure actuelle rien ne permet d'affirmer que les idées de Roemer ne fussent pas entièrement sorties de son cerveau ; cependant, il a été établi par le regretté Ignazio Galli (1), que c'est à l'école florentine, à l'Académie del Cimento (Académie de l'expérience) et à l'un de ses membres les plus éminents, Carlo Renaldini, que l'on doit l'invention et la construction du premier thermomètre à mercure, gradué avec les points fixes correspondant à la fusion de la glace et à l'ébullition de l'eau. L'invention serait antérieure à 1693, mais jusqu'ici la liaison entre Renaldini et Roemer nous manque, en supposant qu'elle ait existé.

---

E. LAGRANGE.

## SUR LE DÉPLACEMENT DU ZÉRO DANS L'ÉLECTROMÈTRE ENREGISTREUR DE MASCART.

Le déplacement du zéro dans l'électromètre enregistreur de Mascart a été décrit avec précision, par A.-B. Chauveau, dans son « Etude sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique » (2). Cet expérimentateur, aussi habile que perspicace, n'a pu toutefois trouver une explication satisfaisante du phénomène. Il n'a réussi à obtenir la fixité du zéro qu'au prix d'une complication dans l'opération du remplacement de l'acide sulfurique, manipulation déjà peu agréable en elle-même. Au reste, le remède n'est pas d'une efficacité

---

(1) GALLI, IGN. *Come il termoscopio ad aria fu trasformato in termometro a liquido*. Oss. di Velletri. Roma, 1909.

(2) *Annales du bureau central météorologique de France*, année 1900. Mémoires.

absolue : il a conduit à certains mécomptes, signalés par le P. J. Garcia Molla, S. J., de l'Observatoire de l'Ebre (1). Du point de vue purement scientifique, il est d'ailleurs presque irritant de constater l'absence de réponse à un problème d'apparence aussi simple, car il n'existe pas, que nous sachions, de recherches postérieures aux expériences de Chauveau qui aient élucidé la question.

Un fait nous a frappé : dans l'électromètre enregistreur de Bennndorf, qui ne diffère pas *essentielle*ment de l'appareil de Mascart, si ce n'est par le mécanisme de l'enregistrement, le zéro est parfaitement stable. Cette différence entre les deux instruments nous a paru n'être attribuable qu'à trois causes :

1° Dans le Benndorf, l'échelle n'est parcourue entièrement que pour une déviation considérable de l'aiguille, alors que dans l'électromètre

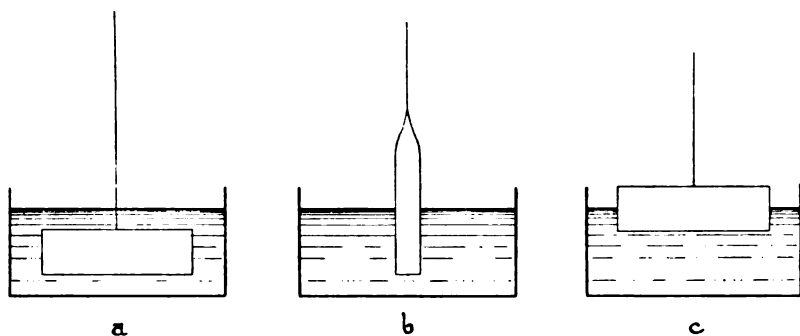


FIG. 18.

de Mascart la course complète correspond à une déviation de quelques degrés seulement ;

2° Le mécanisme d'enregistrement de Benndorf communique, chaque minute, un petit ébranlement à l'équipage mobile et, par conséquent, à l'acide sulfurique, ce qui ne se présente pas dans l'enregistrement photographique de Mascart ;

3° La forme et la disposition de la palette qui plonge dans l'acide est nettement différente dans les deux instruments. Alors que dans l'appareil de Benndorf, elle est plus large que haute et *totale*ment immergée, dans les conditions habituelles de fonctionnement (fig. 18a)

---

(1) Mémoires de l'Observatoire de l'Ebre, n° 4. *La Section Electrique*, par le P. J. Garcia Molla, S. J., p. 69.

dans l'appareil de Mascart, elle présente sa plus grande dimension dans le sens de la hauteur et *émerge partiellement* (fig. 18*b*) (1).

Nous nous sommes tout d'abord assuré que la cause 2) n'intervenait pas : si l'on arrête le mouvement d'horlogerie, la fixité du zéro se maintient parfaitement.

Nous avons ensuite abaissé le godet à acide sulfurique de l'appareil Benndorf de manière à réaliser seulement une immersion partielle de la palette (fig. 18*c*), ce qui mettait l'instrument, question de dimensions à part, dans des conditions analogues à celles de la figure 18*b* (appareil de Mascart). Ceci fut exécuté après nettoyage soigné de la palette et du godet, et remplacement de l'acide sulfurique. Au début, l'appareil fonctionna normalement ; mais, après une semaine, nous nous aperçûmes que le zéro commençait à se déplacer, dans le sens des potentiels positifs, comme dans l'appareil de Mascart (2). Les jours suivants, la déviation s'accrut de plus en plus et, après une quinzaine de jours, il fut aisé de remarquer que le caractère de la courbe de potentiel s'était petit à petit complètement altéré. Très tourmentée la première semaine, ce qui correspondait à un enregistrement correct, la courbe marquait une tendance progressive à se régulariser ; les variations rapides n'apparaissaient plus, seules s'inscrivaient encore les grandes ondulations, dont l'amplitude allait graduellement en décroissant. Enfin, après un mois, toute trace de variation avait disparu et l'instrument enregistrait une droite parallèle à l'axe de potentiel zéro, écartée de celui-ci d'une longueur très grossièrement égale au potentiel moyen des jours précédents (de 100 à 150 volts, dans les conditions d'installation de l'appareil). Aucune déviation appréciable ne fut obtenue en mettant l'aiguille à la terre, ni en ajoutant 300 volts au potentiel de l'aiguille par interposition d'une pile, en même temps qu'on changeait la polarité des quadrants.

En agissant avec le doigt sur l'extrémité de l'aiguille de l'enregistreur, on pouvait se rendre compte qu'elle offrait à la rotation une résistance *nettement perceptible*, alors que l'effort s'exerçait sur un bras de levier d'environ 19 centimètres, tandis qu'en fonctionnement normal, le contact le plus délicat la précipite au bout de sa course.

---

(1) Dans l'appareil de Mascart, l'amortissement est rendu plus efficace par trois palettes fixées perpendiculairement à la tringle qui est seule dessinée sur la figure. Afin de retarder le déplacement du zéro, Chauveau conseillait leur suppression.

(2) Pendant cette période, le potentiel de l'atmosphère était resté constamment positif.

Amené à un certain point, l'équipage mobile rétrograde de quelques degrés et s'arrête sans oscillations appréciables. Le phénomène est exactement le même que si l'acide sulfurique était remplacé par *une toile d'araignée, tendue entre la palette et la paroi cylindrique du godet*.

Surpris par la grandeur de l'effort nécessaire pour déplacer le système mobile, nous avons cherché à en apprécier la valeur. L'appareil ayant fonctionné un mois sans changement de l'acide, nous avons mis aiguille et quadrants à la terre et nous avons imprimé une rotation très douce au support de la suspension, jusqu'à amener une torsion de  $90^\circ$  dans le bifilaire : aucune déviation de l'aiguille ne fut constatée. Nous avons recommencé l'expérience en surchargeant l'aiguille d'une masselotte de plomb et en réglant au maximum l'écartement supérieur des fils : dans ces conditions, pour une torsion de la suspension de  $90^\circ$ , l'aiguille n'est déviée que de 3 à 4 degrés. On a alors :

Écartement des fils à l'extrémité supérieure = 0,9 centimètre.

Écartement des fils à l'extrémité inférieure = 0,3 centimètre.

Longueur de la suspension = 26 centimètres.

Poids de l'aiguille et de la masselotte de plomb = 9,3 gr. + 16,5 gr.  
= 25,8 gr.

Moment appliqué à l'aiguille =  $\frac{0,9 \times 0,3 \times 25,8}{26}$  gr.  $\times$  cm.  
= 0,268 gr.  $\times$  cm.

Cette valeur est énorme, en comparaison du couple électrique, dans le fonctionnement normal de l'enregistreur.

Il est à remarquer que l'altération du caractère de la courbe n'a pas été observée sur l'appareil de Mascart, ni par Chauveau, ni par d'autres expérimentateurs.

A l'exemple de Chauveau, nous avons agité l'acide sulfurique du godet; le phénomène s'est passé comme l'auteur précité l'a décrit : retour correct au zéro, parfaite mobilité de l'aiguille, mais pour un temps nettement moins long que si l'acide sulfurique avait été remplacé. Quand on se bornait à imprimer au godet une série de rotations alternativement à droite et à gauche, vingt-quatre heures après, le zéro était très nettement déplacé. Pour nous rendre compte du mécanisme d'altération de la courbe, nous avons mis pendant dix jours l'aiguille à la terre, après renouvellement de l'acide; nous avons ensuite porté



l'aiguille au potentiel +100 volts : l'index ne s'est pas déplacé instantanément. Après une heure, il paraissait avoir atteint la limite du mouvement, la courbe tracée avait une allure vaguement logarithmique, la variation relativement rapide au début devenant insensible vers la fin. L'écart final était trop faible pour le potentiel de l'aiguille. La déformation de la courbe est en somme identique à celle qui résulterait d'un frottement, chaque ébranlement provoquant un déplacement sensiblement proportionnel au couple électrique diminué du couple de torsion.

Roiti avait observé le déplacement du zéro du côté des potentiels négatifs, après d'assez longues périodes de pluie où prédominent les potentiels négatifs. En vue de vérifier si ce fait s'observait également sur l'appareil de Benndorf à palette partiellement immergée, et au lieu d'attendre une période très aléatoire de potentiels négatifs, nous avons intercalé une batterie de 300 volts entre le collecteur et l'électromètre, de manière à changer le signe du potentiel de l'aiguille, tout en conservant à la courbe son caractère. Le résultat fut parfaitement conforme aux observations de Roiti : le phénomène qui avait été noté précédemment pour les charges positives fut observé pour les charges négatives. Il ne peut donc être question d'en attribuer la cause à une dissymétrie quelconque de l'appareil ou de l'installation (1).

Au lieu d'employer de l'acide sulfurique pur, nous avons fait usage d'acide préalablement hydraté par addition de 20 p. c. environ d'eau distillée, sans remarquer une réduction appréciable de la durée de fonctionnement correct. Nous avons également provoqué une hydratation rapide en disposant une coupelle remplie d'eau distillée à l'intérieur de la cage de l'électromètre : aucune différence notable ne fut constatée.

Cette dernière expérience ne fut faite qu'une fois, mais les autres décrites ci-dessus, ainsi que celles qu'on va lire, ont été répétées un nombre de fois suffisant pour qu'on puisse en considérer les résultats comme réguliers.

Nous avons voulu vérifier l'essai d'explication de Chauveau, malgré que la grandeur du moment perturbateur, mesuré plus haut, la rendit peu vraisemblable. Chauveau admettait la possibilité d'une stratification du liquide, en couches inégalement hydratées et une certaine

---

(1) Il n'était pas certain, *a priori*, qu'une déviation du zéro n'était pas due par exemple à une dissymétrie de température provoquant dans l'acide des courants de convection d'un sens déterminé. Il convient pourtant d'ajouter que, dans cette hypothèse, le détail du phénomène ne trouverait pas d'explication satisfaisante.

tension résultant du glissement de ses couches les unes sur les autres, explication qui ne satisfaisait d'ailleurs nullement l'esprit clair et consciencieux de cet habile physicien.

Nous avons carrément remplacé l'acide sulfurique par de l'eau distillée, après avoir effectué un lavage très soigné de la palette et du godet. Evidemment, l'isolement de l'appareil devait se ressentir de ce changement, mais la charge du quadrant était obtenue par une batterie d'accumulateurs de 2,5 A/H de capacité et, d'autre part, nous avons pu vérifier au moyen d'un électromètre bifilaire de Wulf, installé en dérivation sur le collecteur, que la perte n'était pas suffisante pour altérer le caractère d'une expérience purement qualitative. Après quinze jours, *la déviation du zéro était nettement marquée* et, dans la suite, la courbe revêtit le caractère précédemment décrit. En examinant le godet, il était aisé de constater que l'eau, parfaitement claire au début de l'expérience, présentait *une surface terne* bien caractéristique des eaux stagnantes et *due au dépôt lent des poussières microscopiques ou ultra-microscopiques de l'air*.

(A suivre.)

J. JAUMOTTE,

Directeur de l'Institut royal météorologique  
de Belgique.

---

## L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE VILNA

Les difficultés auxquelles se heurte, en Pologne, toute tentative d'organisation sont très grandes et principalement à Vilna (Wilno), qui a beaucoup souffert de la guerre. Malgré cela, l'activité intellectuelle reprend peu à peu dans cette cité. L'Université a rouvert ses portes le 11 octobre 1919, et un nouvel observatoire, érigé en dehors de la ville, commence à s'équiper avec tout le confort qu'exige le progrès de la science moderne. De nouveaux instruments arrivent et une bibliothèque astronomique se constitue peu à peu.

En 1570, les Jésuites fondèrent à Vilna un collège qui, en 1578, fut élevé par le roi Etienne Bathori au rang d'académie. En 1780, l'académie devint école supérieure et, en 1803, elle fut transformée en université par l'empereur Alexandre I<sup>er</sup>. Après l'insurrection de 1830-1831, le gouvernement russe la supprima, étouffant ainsi le foyer intellectuel de la Pologne.

Quant à l'observatoire, il fut érigé, à Vilna, en 1753, grâce à la générosité d'Elisabeth, princesse de Puzyno, fille du prince Oginski.

Le premier astronome éminent de cet observatoire fut Marcin Odlanicki Poczubut qui, après des voyages scientifiques en France et en Italie, entra en fonction dans cet établissement en 1764. La même année, en avril, il observa une éclipse de Soleil à Naples. En 1770, il importait de Londres de nouveaux instruments et commença, à Vilna, des observations qu'il publia périodiquement. Poczubut était également recteur de l'académie et remplissait, en même temps, plusieurs autres charges. Il détermina la position de plusieurs étoiles groupées en une constellation qu'il nomma Taurus Poniatovii, en souvenir de Stanislaw August Poniatowski, roi de Pologne, grand promoteur de la science et d'une grande générosité pour le travail de Poczubut.

Rappelons à ce propos, qu'autrefois Hevelius de Danzig avait lui aussi honoré un roi de Pologne, Jean Sobieski, en appelant une constellation Bouclier ou écu de Sobieski.

Poczobut observa avec beaucoup d'intérêt les premiers planétoïdes qui furent découverts. En 1807, il donna sa démission et confia l'observatoire à son successeur Jan Sniadecki, qui commença son éducation à l'Université de Cracovie et étudia ensuite, en Allemagne, en France et en Angleterre. Il acquit une réputation parmi les astronomes de son temps par plusieurs observations d'une exactitude remarquable. Il fit plusieurs travaux qu'il serait trop long d'énumérer ici. Il envoya presque toutes ses observations à Paris et à Saint-Pétersbourg.

Il observa, à Vilna, quatre éclipses de Soleil, deux éclipses de Lune, plusieurs occultations d'étoiles par la Lune, des éclipses de satellites de Jupiter et détermina, en outre, la position de plusieurs planètes, planétoïdes et comètes.

L'observation de l'éclipse de Soleil du 4 mai 1818 lui servit à la détermination de la longitude de Vilna par rapport à Koenigsberg.

Jan Sniadecki fut, pendant plusieurs années, recteur de l'Université de Vilna dont, en 1812, il défendit les droits quand l'armée française entra dans la cité; et quand elle se retira devant l'arrivée des Russes, il resta à son poste, alors que beaucoup de ses concitoyens abandonnèrent la ville.

Ce fut aussi lui qui, le 26 juin 1812, lorsque Napoléon fit son entrée solennelle à Vilna, présenta le corps professoral à l'empereur, et prononça ces paroles dont l'histoire a gardé le souvenir : « Sire! L'Université de Wilno vient présenter à Votre Majesté Impériale

l'hommage du profond respect, de l'admiration et de la confiance. Cette école antique, fondée par Bathory, relevée par Stanislas Auguste, et comblée des bienfaits d'Alexandre 1<sup>er</sup>, voit son sort remis entre les mains du Héros qui étonna le monde et son siècle par les prodiges de la valeur et du génie, et balance les destinées des empires..... Sire! que Votre Majesté Impériale..... daigne protéger l'ouvrage de Bathory, qui mérita la reconnaissance éternelle des Polonais, et par la gloire des armes, et par les progrès des sciences qu'il fit fleurir. »

Sniadecki demeura recteur de l'Université jusqu'en 1815 et directeur de l'Observatoire, dont il augmenta judicieusement le matériel scientifique jusqu'en 1825.

Après Sniadecki, son disciple, Piotr Stawinski, devint directeur de l'Observatoire de Vilna, fit de nombreuses observations et détermina la latitude de cet établissement, 54°40'59", valeur que nous trouvons encore aujourd'hui dans les éphémérides. Il prit également part à des mesures géodésiques. En 1828, il publia un traité d'astronomie pratique et théorique.

En 1832, le gouvernement russe fit fermer l'Université, mais l'Observatoire, confié à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, continua à fonctionner sous la direction de Stawinski, qui put continuer ses travaux scientifiques jusqu'en 1843.

Lui succédèrent, Hluszniewicz, Fuss et enfin Sabler.

En 1876, un incendie causa à l'Observatoire de nombreux dégâts. Ce fut pour le gouvernement l'occasion de le fermer et de donner les instruments et l'importante bibliothèque de cet établissement à l'Observatoire de Pulkowa.

L'immeuble de l'ancien Observatoire sert maintenant en partie à la bibliothèque de l'Université. Quelques vieux instruments, abandonnés dans les locaux, sont restés là comme vestiges d'une ancienne gloire éteinte.

Le nouvel Observatoire astronomique a commencé à publier deux *Bulletins*; l'un consacré à l'Astronomie et l'autre aux travaux de la *Station météorologique de l'Université de Vilna*.

Souhaitons au nouvel Observatoire de Vilna de prendre d'année en année une importance plus grande, que l'envergure de son matériel scientifique s'accroisse et lui permette d'occuper dans le mouvement astronomique international une place honorable.

L. VAN AERSCHODT.

---

## LE BAROGRAPHE A MERCURE « LOYOLA »

La Station sismique de Cartuja (Grenade) vient de faire construire dans ses ateliers privés un barographe à grande amplification; il est fondé sur un principe très connu et souvent utilisé depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, mais comme simple indicateur de pression, bien entendu. Nous voulons parler du baromètre à siphon et à cadran, détrôné plus tard par les baromètres métalliques, bien moins délicats et d'un transport facile. Le nom du nôtre est emprunté au prénom du fondateur de la Compagnie de Jésus, saint Ignace de Loyola, canonisé il y a actuellement trois siècles (12 mars 1622).

Des constructeurs en renom, comme la maison Richard de Paris, en construisent de semblables (modèle du colonel Goulier), mais avec des amplifications de 2 et 3 seulement; les tubes, en verre, sont excessivement fragiles au dire du fabricant qui décline toute responsabilité au sujet des accidents du voyage, même avec « emballage spécial ».

Comme la supériorité des barographes à mercure est indéniable, au moins théoriquement, et que le modèle à balance Fuess, d'ailleurs de tout premier ordre, coûte excessivement cher, nous dûmes chercher une autre voie. Il nous fallait d'ailleurs une amplification d'au moins huit fois, ou mieux dix (un centimètre par millimètre de mercure); il ne fallait songer, après ce que nous avons dit auparavant, à se procurer un tube de verre convenable qu'à un prix prohibitif. Pour tourner l'obstacle, nous avons choisi des tubes en fer forgé, convenablement réunis les uns aux autres de façon à bien conserver le vide dans la chambre barométrique. Le matériel choisi se trouve ainsi en tous lieux et est bon marché et facile à travailler. Pour les joints, l'étoupe, la cire à cacheter et le vernis du Japon se chargeraient de parfaire la fermeture des divers tronçons des tuyaux de fer; plusieurs couches de ripolin auraient comme mission de donner un aspect pas trop rustique à l'instrument.

Une description détaillée de l'instrument nous paraît superflue grâce à la photographie que nous avons jointe à ce travail. Quelques renseignements complémentaires ne seront cependant peut-être pas de trop.

Le diamètre de la chambre de Toricelli et celui du vase communiquant où flotte sur le mercure une petite cuvette en fer, sont tous deux de 35 millimètres; ce diamètre est suffisant pour éliminer les effets de

la capillarité et pour donner une poussée suffisante à la cuvette qui doit agir sur le bras le plus court du levier multiplicateur-inscripteur par

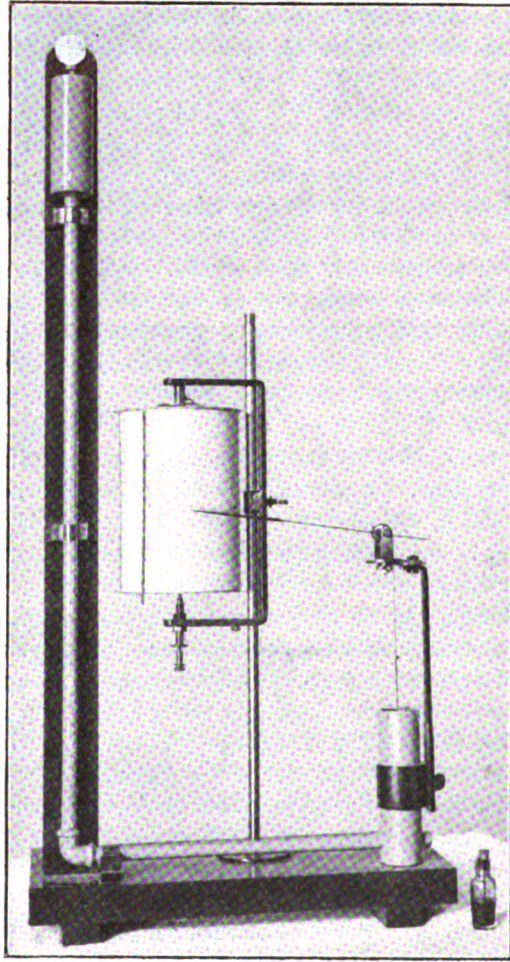


FIG. 19

l'entremise de trois brins de soie réunis. La différence de densités du fer et du mercure donne une poussée de 3 grammes environ pour une variation de 1 millimètre dans la pression atmosphérique; la baisse se

traduit ici par une baisse d'un demi-millimètre dans la chambre barométrique et une hausse exactement égale dans le tube qui porte le flotteur. Cette force, bien que petite, suffit largement pour vaincre l'inertie du levier multiplicateur qui doit amplifier vingt fois, pour fournir une amplification réelle de dix seulement et aussi pour équilibrer le frottement entre la plume (Richard) et la bande de papier.

Le calibre intérieur du tube communiquant est de 4 millimètres ce qui fait que l'on peut remplir l'instrument avec 3 kilogrammes de mercure. L'opération du remplissage avec du mercure bien pur et bien sec, est des plus faciles. On ôte une vis qui surmonte la chambre barométrique et l'on remplit l'instrument de mercure, à l'aide d'un entonnoir en verre, jusqu'à 3 centimètres environ du bout ouvert. On bouche alors fortement celui-ci à l'aide d'un bon bouchon en caoutchouc (il devra résister pendant quelque temps aux 10 kilogrammes de pression intérieure tendant à déboucher le tube); on continue ensuite le remplissage, jusqu'à ce que le mercure déborde par le trou supérieur. On bouche alors celui-ci à l'aide d'une vis conique; on peut même, si l'on veut, par surcroît de précaution, recouvrir le tout de vernis du Japon qui adhère très fortement, tient très bien et sèche assez rapidement. Pour finir, on débouche le vase communiquant en ayant soin d'éviter la perte du liquide, on en suture la quantité de mercure suffisante pour y mettre le flotteur et aussi pour laisser toujours, même dans les plus grandes hausses barométriques, un espace vide dans la chambre de Toricelli; on termine par le montage du multiplicateur-inscripteur et du cylindre enregistreur.

A vrai dire, de même que dans le cas de tous les barographes à système multiplicateur, on obtient ainsi plutôt un baro-variographe à échelle arbitraire; mais celle-ci peut être rendue facilement absolue, grâce à un étalonnage convenable; c'est ce nous ferons prochainement.

Monté depuis très peu de temps, par très beau temps, il a déjà fourni des graphiques dont on pourra juger par les reproductions ci-jointes; chaque heure mesure 16 millimètres. Cette proportion a été choisie pour pouvoir faire aisément le rapprochement de notre barographe avec l'anémocinémographe Richard; nous avons en effet l'espoir de pouvoir ainsi comparer plus aisément les graphiques de barosismes du Berchmans avec ceux du Loyola et de l'anémocinémographe Richard.

L'encombrement de l'instrument est de 87 centimètres (hauteur) sur

42 centimètres (longueur) et 21 centimètres (largeur). Le cylindre récepteur fait un tour en vingt-cinq heures, il a 20 centimètres de hauteur et 40 centimètres de circonférence. Son moteur, œuvre très ingénieuse de notre mécanicien le Frère Antoine Sola, S. J., est le mécanisme moteur d'un réveil-matin, additionné d'un pignon sur l'axe de son ressort moteur et d'une roue dentée.

Le flotteur est un petit seau en fer qui porte trois morceaux d'aiguilles à tricoter, fixées sur son pourtour, pour diminuer son frotte-

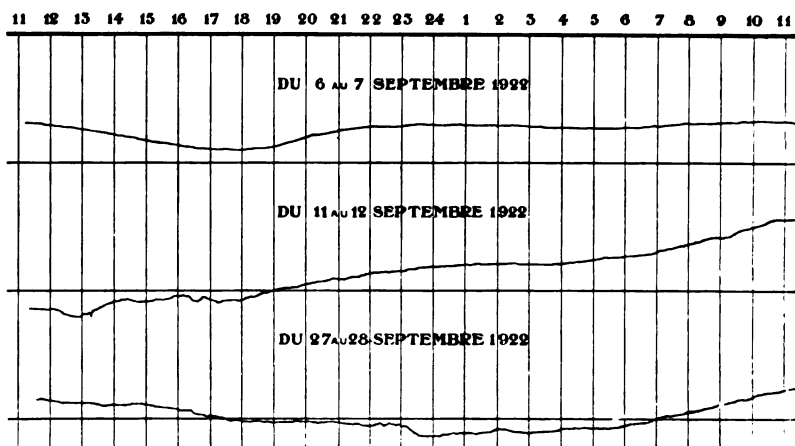


FIG. 20.

ment sur les parois du tube. Grâce à cette précaution, à la légèreté du levier multiplicateur-inscripteur (il tend le fil de soie qui le réunit au flotteur dans les hausses barométriques et est relevé par celui ci dans le cas contraire) et enfin à la pression minime et réglable de la plume écrivante, les frottements sont minimes, comme les graphiques le prouvent aisément.

Étant donné l'extrême simplicité de l'instrument, la facilité de sa construction, de son transport et de son remplissage. etc., nous le croyons appelé à rendre de réels services dans les Observatoires météorologiques et surtout dans ceux destinés à fournir des renseignements à la navigation aérienne.

D'ailleurs, même pour des observations absolues et convenablement étalonnées, il a le grand avantage de ne nécessiter que des corrections



très faibles : celles dues à la capillarité et provenant de la différence de section entre la chambre barométrique et le réservoir communiquant sont nulles et les variations de température ont une influence des plus minimales car elles font monter le mercure à la fois dans les deux branches par moitié; la dilatation du récipient en fer l'affaiblit encore.

MANUEL MARIA S. NAVARRO, S. J.

*Directeur de la Station sismologique  
de Cartuja (Grenade).*

---

## **SUR LA SITUATION CLIMATIQUE DE LA POLOGNE ET SUR SON DEGRÉ DE CONTINENTALISME.**

Sans vouloir entrer dans les détails de la classification des climats du monde entier, disons que, suivant le système des groupes, divisés en provinces climatiques, on trouve en Europe surtout les quatre groupes suivants : Atlantique (VII), Méditerranéen (VIII), Pontique (IX) et Russe (II). Les chiffres entre parenthèses indiquent les numéros d'ordre de ces groupes principaux de climats, dont nous distinguons vingt-deux dans le globe terrestre. On a conservé ici sans changements les numéros des groupes établis pour le monde entier, bien qu'en Europe on trouve seulement les groupes I, II, VII, VIII et IX.

Pour plus de détails, on peut consulter la publication de l'auteur, parue en 1918, à Varsovie, sous le titre : *Nowe Izotermy Polski, Europy i Kuli Ziemskiej* (Nouvelles isothermes de la Pologne, de l'Europe et du globe terrestre); le texte polonais (p. 1-195) et français (p. 196-286) est accompagné de 37 figures et 43 cartes d'isothermes.

Notons aussi un petit mémoire : « Sur quelques traits caractéristiques du climat de la Pologne parmi les climats européens », publié dans le tome I<sup>er</sup> (1918) de la *Revue géographique polonaise* (*Przegląd Geograficzny*). Nous en extrayons une partie dans le présent article.

### **Divisions climatiques de l'Europe.**

Situé entre le groupe atlantique, d'une part, et les groupes pontique et russe, d'autre part, le climat de la Pologne se laisse délimiter dans sa partie essentielle comme une subdivision orientale, bien définie, du groupe atlantique, comme il résulte de la figure 21.

On y voit, sur le continent d'Europe, les groupes suivants :

A. *Groupe atlantique* (VII dans fig. 21). — Ce groupe possède sur le continent d'Europe trois provinces : celle du littoral atlantique (VIIb), celle de l'Europe occidentale (VIIc), et la province baltique-polonaise (VIId).

On pourrait distinguer encore quelques subdivisions, comme par exemple de l'Europe nord-ouest et la subdivision alpine; de manière analogue on trouve pour la province baltique-polonaise les subdivisions : polonaise proprement dite, suédoise, finlandaise et de la mer Baltique.

Chaque subdivision peut encore être divisée en parties, comme l'a fait par exemple le professeur Romer par rapport à la Pologne.

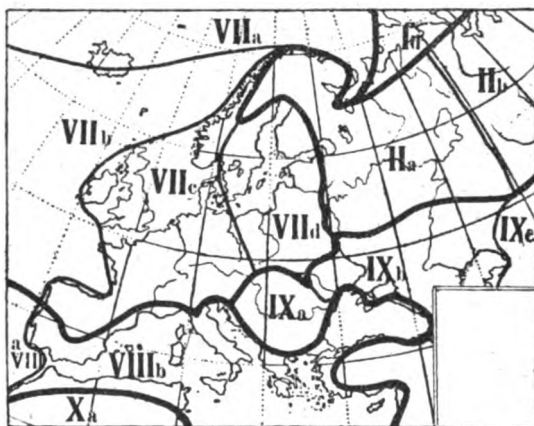


FIG. 21. — Les chiffres romains indiquent les numéros des groupes de climats, dont on distingue vingt-deux dans le monde entier.

B. *Groupe Pontique* (IX dans la fig. 21) avec les provinces : de la Hongrie et des Balkans (IXa), des steppes de la mer Noire (IXb) et la province aralienne (IXc). On obtient ici facilement plusieurs subdivisions, comme par exemple balkanique, hongroise, etc.

C. *Groupe Russo-Sibérien* (II) avec la province russe (IIa), dans laquelle on pourrait distinguer les trois subdivisions suivantes : de la Laponie, sous-arctique, et la subdivision russe proprement dite.

D. *Groupe Méditerranéen* (VIII) : contient la province méditerranéenne.

néenne (VIIIb) avec les subdivisions : occidentale, adriatique, orientale et de la mer Noire.

**E. Groupe Arctique (I) :** n'est représenté en Europe que par une petite lisière sur les côtes septentrionales de la Russie à partir de l'Ar-changelsk.

Si l'on conçoit sous le nom général de Pologne le territoire géographique dont les limites seraient, d'une part, le fleuve d'Oder (Odra) à l'ouest, le Dniéper et la Düna (Dzwina) à l'est, et, d'autre part, les montagnes des Sudètes et des Karpathes ainsi que les mers Baltique et Noire, on voit qu'un tel territoire n'appartient pas à un seul groupe climatique. A côté du groupe atlantique, de beaucoup prépondérant, on trouve (au sud-est) le groupe pontique et aussi (sur le haut Dniéper) probablement une petite portion du climat russe, tandis que le littoral de la mer Noire pourrait être joint plutôt au climat de la Méditerranée.

Mais la Pologne ethnographique, ou bien la Pologne dans ses limites politiques actuelles, appartient exclusivement au climat atlantique et forme la province orientale de ce groupe climatique.

#### **Situation thermique favorisée de la Pologne et de l'Europe.**

En comparant les températures moyennes dans les diverses parties de l'Europe avec les valeurs correspondantes dans les autres parties du monde (aux mêmes latitudes géographiques), on est tout de suite frappé par la situation si favorisée de notre continent au point de vue thermique.

Les cartes des isanomales, dressées d'après les nouvelles isothermes du monde, montrent que nulle part l'écart positif (par rapport à la température moyenne pour tout le parallèle) n'est plus grand que dans la proximité des côtes septentrionales de la Norvège au mois de janvier. Cet *excédent* de la température est caractéristique pour l'Europe non seulement en janvier, mais aussi (quoique d'une manière beaucoup moins prononcée) au mois de juillet et en général pendant toute l'année.

Ces relations sont encore mieux visibles sur les cartes des isanomales dressées spécialement pour l'Europe et reproduites dans la publication polonaise déjà citée plus haut.

Dans l'Atlantique ( $\varphi = 70^\circ$  N,  $\lambda = 15^\circ$  E. Greenw.) on trouve en janvier l'isanomale positive de  $26^\circ$ , en juillet seulement  $2^\circ$ .

Les écarts diminuent progressivement de janvier à juillet, pour augmenter dans la seconde moitié de l'année; comme moyenne annuelle on obtient, pour le point de l'Atlantique spécifié plus haut, un peu plus de  $10^{\circ}$ . Les isanomales positives caractérisent pendant toute l'année tout le territoire d'Europe, excepté la Russie SE. pendant les mois d'octobre à mars; d'autre part, les isanomales négatives apparaissent également (de mai à septembre) sur une partie de l'océan Atlantique.



FIG. 22. — Isanomales de la température de l'air en janvier.

En Pologne, nous avons au mois de janvier l'isanomale positive de  $+10^{\circ}$  sur le littoral Baltique; cette valeur diminue progressivement vers le sud-est et vers le sud (Varsovie  $+6^{\circ}$ , Kiew  $+2^{\circ}$ , Odessa  $+1^{\circ}$ ). Au mois de juillet, les isanomales (toujours positives en Pologne) augmentent de l'ouest vers l'est : de  $+1^{\circ}$  à la ligne de l'Oder (Odra) à  $+3^{\circ}$  à l'est du Dniéper. A l'opposé de l'hiver les

mers Baltique et Noire sont en été relativement moins chaudes que les régions côtières limitrophes.

En somme, un des traits caractéristiques de la Pologne est « l'anomalie thermique » toujours positive pendant tous les mois et pour toutes les parties de ce pays. La valeur de cette « anomalie » n'est pas cependant la même dans les diverses parties de la Pologne.

En prenant la partie polonaise du littoral baltique, la plaine centrale de la Pologne et le littoral pontique, on trouve qu'en moyenne annuelle l'anomalie positive diminue de 5° à 2°5 et ensuite à 1° aux rives de la mer Noire. En janvier, les isanomales pour les trois parties en question sont (en chiffres ronds) : 10°, 5° et 2°5 ; en juillet, on trouve 2°, 2° et 1°.

Pour les quatre saisons, on obtient les isanomales suivantes :

|                      | Hiver. | Printemps. | Été. | Automne. | Année. |
|----------------------|--------|------------|------|----------|--------|
| Littoral Baltique    | —      | —          | —    | —        | —      |
| (Partie polonaise) . | 9°     | 4°         | 2°   | 4°       | 5°     |
| Plaine centrale de   |        |            |      |          |        |
| la Pologne . . .     | 5°     | 3°         | 2°   | 2°5      | 3°     |
| Environs d'Odessa.   | 2°     | 0°         | 1°   | 2°5      | 1°     |

Le minimum du printemps est caractéristique pour la mer Noire. On connaît les causes principales suivantes, qui amènent la situation favorisée de l'Europe au point de vue thermique ; ce sont, à côté de la nébulosité, les vents et surtout le courant chaud du Gulfstream.

### **Amplitude de la variation annuelle de la température de l'air.**

Rien que le fait que les géographes les plus autorisés (comme E. de Martonne et R. Hult, par exemple) ont distingué dans leur classification un climat spécial de la Pologne, suffit déjà pour suggérer l'idée d'une individualité climatique de ce pays.

Notons également que la plupart des divisions proposées jusqu'ici pour délimiter la partie occidentale d'Europe de sa partie orientale prennent le territoire polonais comme point de départ.

Ce sont les amplitudes de la variation annuelle des températures moyennes mensuelles qui se prêtent surtout à la discussion sur le caractère climatique de la Pologne.

Notons la proposition de Woeikow, qui voulait considérer l'amplitude 23° comme la limite climatique entre l'Europe occidentale et



orientale. Cette amplitude, calculée d'après la différence des températures moyennes mensuelles pour les mois extrêmes, court à l'est de Varsovie. Il est cependant plus rationnel de prendre, comme une telle limite, l'amplitude de 25°. Cette dernière ligne donne (pour la période de cinquante ans, de 1851 à 1900) une limite qui, à partir du golfe de Finlande, court (à peu près suivant le 28<sup>e</sup> méridien à l'est de Greenwich) près du Dniéper jusqu'à Kiew, où elle fléchit un peu vers les Karpathes pour tourner ensuite vers Odessa et enfin vers l'est parallèlement au littoral de la mer Noire.

En nous servant de la carte de la variation annuelle des températures moyennes mensuelles récemment construites pour le monde entier (fig. 24), on arrive de la manière naturelle à la distinction des types suivants :

|                              |           |                           |
|------------------------------|-----------|---------------------------|
| Amplitudes au dessous de 2°5 | . . .     | type équatorial.          |
| » de 2°5 à 10°               | . . . . . | » océanique.              |
| » de 10° à 25°               | . . . . . | » maritime de transition. |
| » de 25° à 40°               | , . . . . | » continental.            |
| » au-dessus de 40°           | . . . . . | » continental extrême.    |

La partie de la carte du monde qui se rapporte à l'Europe est reproduite dans la figure 23. On y voit les trois types (océanique, maritime de transition et continental) dont nous avons parlé plus haut. C'est le type maritime de transition qui est caractéristique pour la Pologne.

### Sur le calcul du degré de continentalisme.

Pour pouvoir répondre à la question de savoir quel est le degré du continentalisme du climat d'un territoire déterminé, il faut tout d'abord préciser ce que nous entendons par « continentalisme » au point de vue météorologique.

En nous basant sur les valeurs de la variation annuelle des températures moyennes mensuelles, on calcule le « degré thermique du continentalisme » ( $k$ ) d'une localité dont l'amplitude ( $A$ ) et la latitude géographique ( $\varphi$ ) est connue d'après la formule

$$k = 1,7 \frac{A - 12 \sin \varphi}{\sin \varphi} = A \frac{1,7}{\sin \varphi} - 20,4 \quad (1)$$

Dans la formule (1) qui donne les valeurs de  $k$  en p. c., le terme 12 représente, en fonction de  $\varphi$ , les amplitudes de la variation annuelle

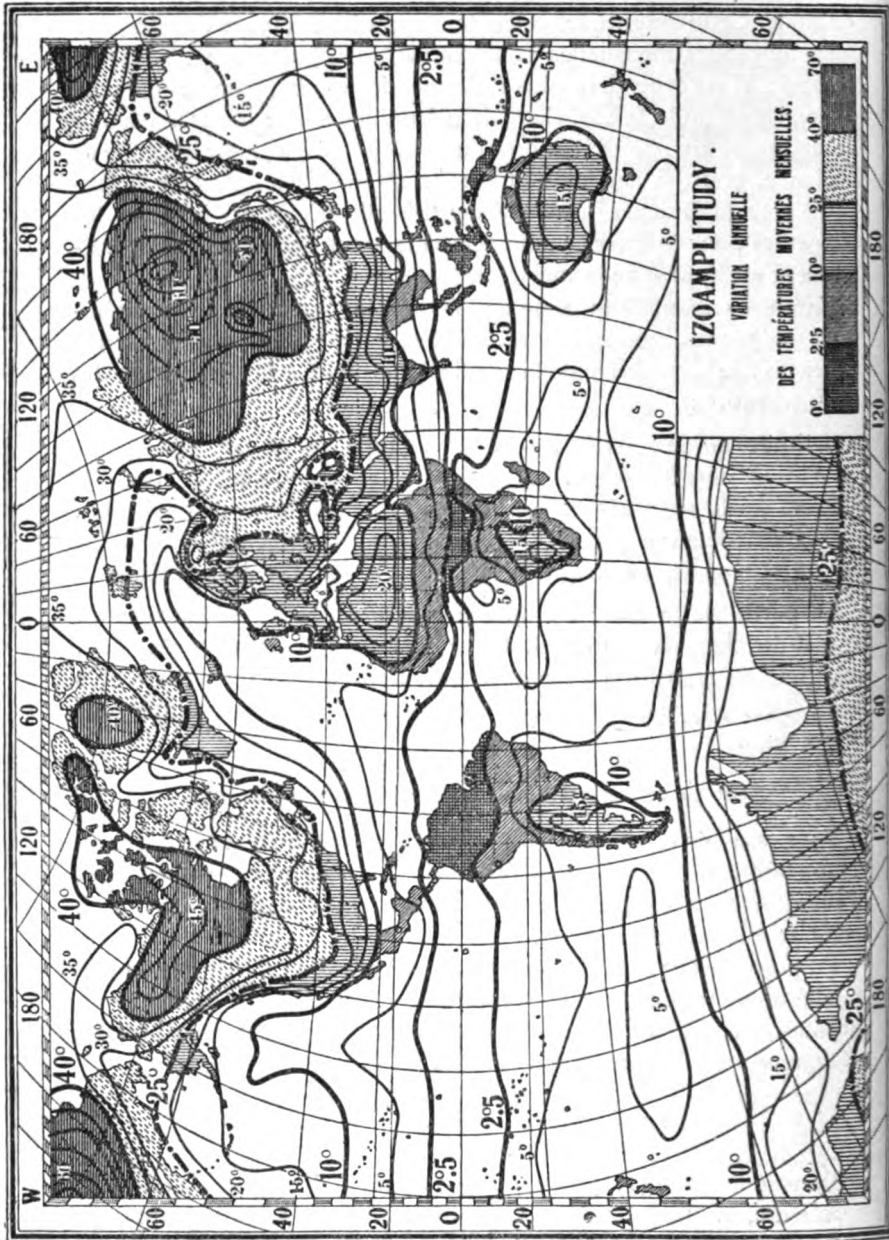


FIG. 24. — Isoamplitudes du globe.



des températures moyennes pour les océans. La formule ne peut cependant pas être appliquée aux latitudes voisines de l'équateur.

Les valeurs de  $A$ , observées réellement sur les océans entre  $30^\circ$  S et  $60^\circ$  S, c'est-à-dire dans les zones presque exclusivement maritimes, ne diffèrent pas beaucoup de celles qu'on obtient à l'aide de la formule

$$A \text{ (océans)} = 12 \sin \varphi \quad (2)$$

En soustrayant  $12 \sin \varphi$  des valeurs  $A \varphi$  pour les continents, et en divisant la différence ainsi obtenue par  $\sin \varphi$ , on obtient le degré thermique  $K$  du continentalisme au moyen de la formule

$$k = c \frac{A \varphi - 12 \sin \varphi}{\sin \varphi} \quad (3)$$

On trouve facilement la valeur numérique du coefficient  $c$ , en demandant que  $k$  soit 100 p. c. pour une station avec la plus grande variation annuelle des températures moyennes mensuelles. Par exemple pour Werchojansk en Sibérie orientale

( $\varphi = 67^\circ 33' \text{ N}$ ,  $\lambda = 133^\circ 24' \text{ E}$ . Gr.,  $K = 100 \text{ m}$ ), on a  $A = 65.9$  (janvier  $50.5$ , juillet  $15.4$  en moyennes de 21 ans), d'où il résulte

$$c = \frac{k \sin \varphi}{A \varphi - 12 \sin \varphi} = \frac{100 \times 0.924}{65.9 - 12 \times 0.924} = 1.686 \quad (4)$$

En nous bornant à la première décimale nous trouvons  $c = 1.7$ , d'où l'on obtient immédiatement la formule (1).

Ce sont les considérations théoriques qui conduisent à l'introduction de  $A$ . On s'aperçoit du reste de l'utilité de prendre le quotient  $\frac{A}{\sin \varphi}$  au lieu de  $A$ , en formant les amplitudes des températures moyennes pour les zones.

|          | Amplitudes (A) C° |     |          | $\frac{A}{\sin \varphi}$ |     |          |
|----------|-------------------|-----|----------|--------------------------|-----|----------|
|          | Nord              | Sud | (Océans) | Nord                     | Sud | (Océans) |
| 90...80  | 38                | 26  | (12.0)   | 38                       | 26  | (12.0)   |
| 80....70 | 34                | 22  | (11.6)   | 35                       | 23  | (12.0)   |
| 70....60 | 33                | 16  | (10.9)   | 36                       | 18  | (12.0)   |
| 60....50 | 28                | 9   | (9.8)    | 34                       | 11  | (12.0)   |
| 50....40 | 23                | 6   | (8.5)    | 33                       | 8.5 | (12.0)   |
| 40....30 | 16                | 7.5 | (6.9)    | 28                       | 13  | (12.0)   |
| 30....20 | 9                 | 7   | (5.1)    | 21                       | 17  | (12.0)   |
| 20....10 | 3.5               | 3   | (3.1)    | 14                       | 12  | (12.0)   |
| 10       | 2                 | 2   | (2.1)    | 12                       | 12  | (12.0)   |

Les valeurs des amplitudes  $A$  sont plus rapprochées et comparables (surtout sur l'hémisphère austral), quand on prend le quotient  $\frac{A}{\sin \varphi}$  au lieu de  $A$ . Notons que, pour chaque zone, on a pris la valeur de  $\frac{A}{\sin \varphi}$  pour l'angle moyen.

En calculant les moyennes pour les hémisphères (en prenant en considération les surfaces des zones respectives, on obtient pour les continents et les océans des deux hémisphères 11° pour  $A$  et 18.8 pour  $\frac{A}{\sin \varphi}$ .

Les valeurs pour l'hémisphère austral qui a le caractère beaucoup plus océanique, sont bien plus petites que celles pour l'hémisphère boréal.

Dans la table des amplitudes se font remarquer les valeurs de  $A$  et  $\frac{A}{\sin \varphi}$  exceptionnellement petites pour les parallèles voisins de 50° sud; on y obtient même des valeurs plus petites que celles admises théoriquement pour les océans. L'examen (1) plus détaillé prouve que cela ne présente pas d'inconvénient notable pour le calcul du degré de continentalisme et que l'admission pour les océans de la valeur 9 (au lieu de 12) n'introduit pas de changements de plus de 3 p. c. dans les valeurs de  $k$ .

### Sur la distribution géographique du degré de continentalisme.

La distribution géographique du degré de continentalisme, calculé d'après la formule (1), est présentée dans la figure 5.

En divisant les continents en trois groupes principaux :

- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| 1° Maritime de transition avec $k$ de | 0 à 33 p. c.   |
| 2° Continental                        | » » 34 à 66 »  |
| 3° Continental extrême                | » » 67 à 100 » |

nous avons ajouté encore sur la carte des subdivisions secondaires.

En comparant la distribution géographique du degré de continentalisme pour le monde entier (fig. 25) avec la carte de la variation

---

(1) Voy. le mémoire : WŁADYSŁAW GORCZYŃSKI, O wyznaczaniu kontynentalizmu według amplitud temperatury (Sur une méthode de calcul du degré de continentalisme en fonction de la température). *Comptes rendus de la Société des Sciences de Varsovie*. 8<sup>e</sup>, p. 500-547, fascicule 4, XI<sup>e</sup> année. Varsovie, 1918.

annuelle de la température de l'air (fig. 24), on voit tout de suite la grande utilité de la première méthode pour l'étude d'ensemble des climats du monde.

D'après la variation annuelle de la température de l'air (voir fig. 24) toute l'Europe occidentale et la Pologne en particulier appartient au même groupe (10° à 25°) que le Sahara. Cette incohérence au point de vue de la climatologie disparaît totalement sur la carte du degré du

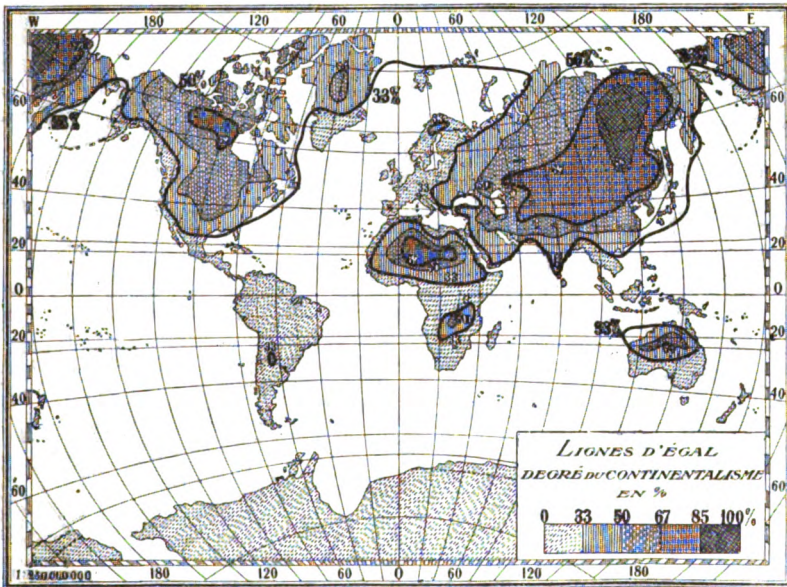


FIG. 25. — Degrés de continentalisme en p.c. pour le monde entier.

continentalisme, où le Sahara appartient au groupe continental (et même extrême dans l'intérieur du désert), tandis que le climat de l'Europe occidentale et le climat de la Pologne en particulier correspondent bien au groupe maritime de transition.

Les lignes d'égal degré de continentalisme ressemblent en partie aux lignes d'égale variation relative de la température, construites par W. Zenker déjà en 1888; ces dernières lignes ont été calculées d'après la formule  $n = \frac{A}{\varphi} 100$ , où A signifie l'amplitude de la variation de la température et  $\varphi$  la latitude géographique de 0° à 90°. Les valeurs de n

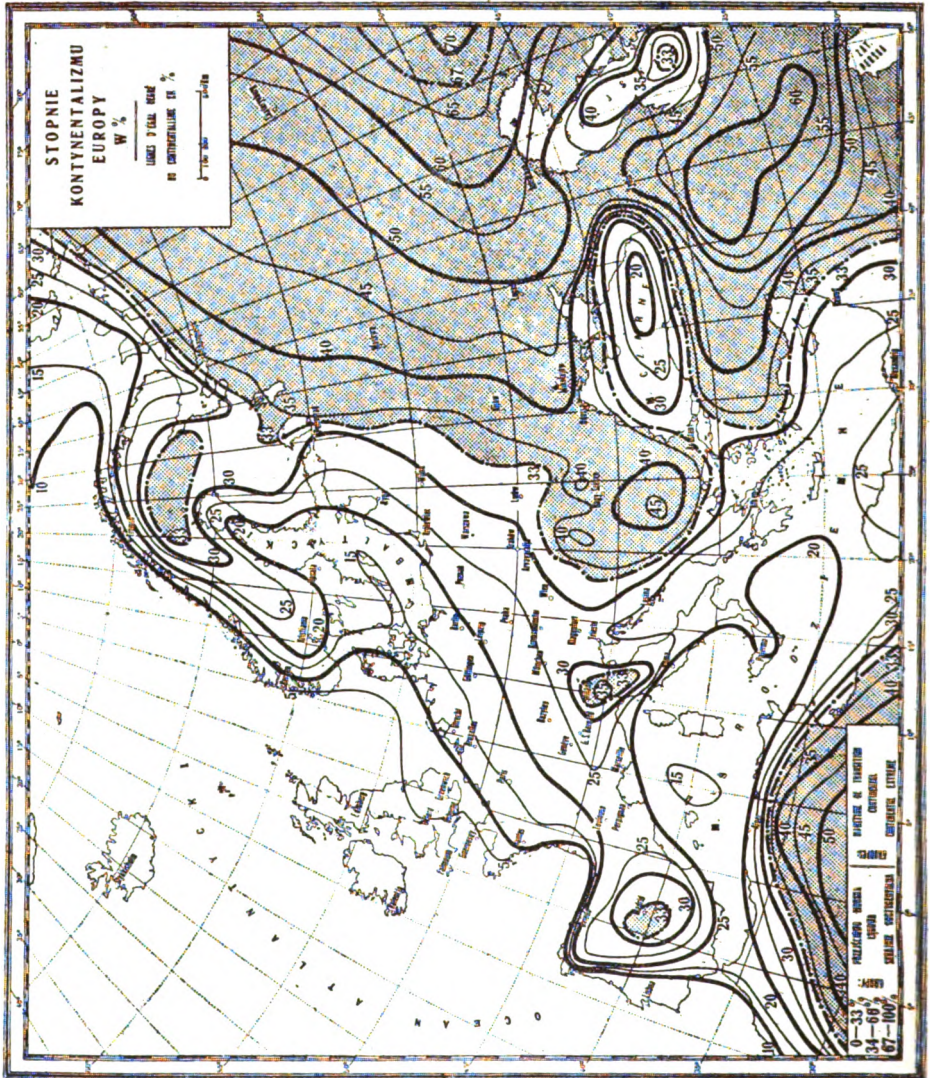


Fig. 26. — Degrés de continentalisme en Europe.



permettent d'obtenir les « isocontinentales » que W. Zenker calcule au moyen de la formule  $X = \frac{6}{5} n - 20$ .

Cependant, il n'est, dans aucun cas, permis de diviser A par  $X = \frac{6}{5} n - 20$  (au lieu de  $\sin \varphi$  comme le demande la théorie); c'est par suite de cette erreur que les formules et les lignes de Zenker ne peuvent pas être admises et présentent maintenant un intérêt plutôt historique.

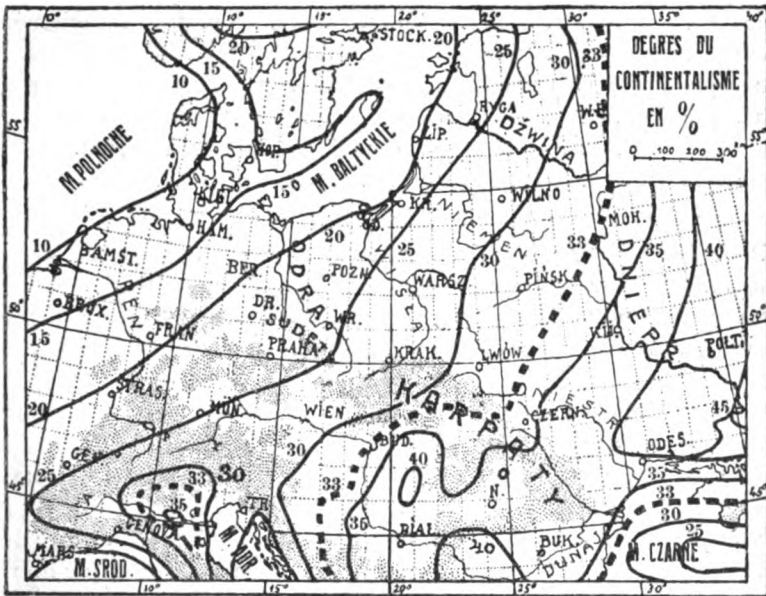


FIG. 27. — Degrés du continentalisme en p. c. Pologne et les pays limitrophes.

D'autre part, il existe aussi un certain parallélisme entre les lignes d'égal degré du continentalisme d'après la formule (1) et les équidistances de Rohrbach, lesquelles présentent les lignes d'égale distance des océans. Mais si les équidistances peuvent servir à caractériser le continentalisme au point de vue géométrique, nos lignes représentent les degrés du continentalisme climatique ou, plus rigoureusement, thermique. Il semble aussi que l'océan Glacial au nord de l'Asie et de l'Amérique arctique se comporte, dans une certaine mesure, comme

24\*

un continent. Une autre source de différences se présente pour la zone équatoriale et aussi pour les côtes orientales d'Asie (pays de mous-sons), où l'influence du continent se manifeste assez loin vers l'Océan.

Donnons enfin quelques exemples numériques pour les degrés du continentalisme calculée d'après la formule  $k = \frac{1,7}{\sin \varphi} A - 20,4$ .

Voici les valeurs moyennes approximatives de K (p. c.) pour les continents :

|                             |                                                   |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| Europe . . . . .            | 30 p. c. (Max. 50 p. c. Oural)                    |
| Asie . . . . .              | 58 p. c. (Max. 100 p. c. Werchojansk)             |
| Afrique . . . . .           | 36 p. c. (Max. 75 p. c. Sahara)                   |
| Amérique N (avec Groenland) | 44 p. c. (Max. 70 p. c. $\varphi = 66^\circ$ N.)  |
| Amérique Sud . . . . .      | 18 p. c. (Max. 31 p. c. $\varphi = 30^\circ 5'$ ) |
| Australie . . . . .         | 32 p. c. (Max. 55 p. c. Intérieur)                |
| Zone arctique . . . . .     | 40 p. c. (Pôle Nord 48 p. c.)                     |
| Zone antarctique . . . . .  | 20 p. c. (Pôle Sud 26 p. c.).                     |

Pour l'hémisphère Nord (continents et océans) on obtient 20 p. c., pour l'hémisphère Sud, 3 p. c.

La valeur moyenne du degré du continentalisme de la Pologne (dans ses limites anciennes) est de 30 p. c. environ; pour la partie occidentale, située à l'ouest du méridien 24 E. Greenw. (jusqu'à l'Oder ou Odra d'une part, et de la mer Baltique jusqu'aux Sudètes et Karpathes, d'autre part), on obtient 25 p. c. seulement.

Pour Varsovie, on trouve 28 p. c., pour Hel (Hela), sur le littoral baltique, 18 p. c., tandis que Kiew donne déjà 37 p. c.

Nous voyons donc encore une fois qu'au point de vue du degré de continentalisme, la Pologne appartient au premier groupe que nous avons appelé plus haut le groupe maritime de transition.

LADISLAS GORCZYNSKI,

Directeur de l'Institut central de météorologie  
de Varsovie.

## Notes

**Comète 1922 c (Baade).** — Cette comète a conservé son aspect de petite nébulosité avec un très faible noyau stellaire. A Uccle, M. Delporte en a obtenu deux positions les 9 novembre et 8 décembre.

Le mauvais temps persistant rend ces observations très difficiles et très rares.

Au moyen des observations des 19 octobre (Baade), 2 novembre (Dick et Struve) et 15 novembre (Möller), M<sup>lle</sup> J.-M. Vinter Hansen et M. Strömberg ont calculé l'orbite suivante qui représente bien les positions obtenues :

$$\begin{aligned} T &= 1922, \text{ oct. } 26, 2007 \text{ temps moyen de Greenwich.} \\ \omega &= 118^{\circ}22',34 \\ \Omega &= 220^{\circ}30',54 \\ i &= 51^{\circ}26',81 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} T \\ \omega \\ \Omega \\ i \end{aligned}} \right\} 1922,0.$$

$\log. q = 0,35366.$

Ces éléments sont à peu de chose près identiques à ceux déterminés pour la même comète par Ebell, d'une part ( $T = \text{oct. } 25,626$ ;  $\log. q = 0,35399$ ), et Crommelin, d'autre part ( $T = \text{oct. } 27,252$ ;  $\log. q = 0,35318$ ).

Les éléments de Copenhague ont servi à M. J. Johannsen pour calculer l'éphéméride suivante :

| <u>1923.</u> | <u><math>\alpha</math> vrai.</u> |       |       | <u><math>\delta</math> vrai.</u> | <u>Log. r.</u> | <u>Log. <math>\Delta</math>.</u> | <u>Gr.</u> |
|--------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|------------|
| Janvier 5    | 22 h.                            | 55 m. | 22 s. | + 19°16',3                       | 0,3801         | 0,4054                           | 10,5       |
| 13           | 23                               | 13    | 30    | + 18°18',4                       | 0,3858         | 0,4248                           |            |
| 21           | 23                               | 31    | 6     | + 17°31',4                       | 0,3920         | 0,4441                           |            |
| 29           | 23                               | 48    | 11    | + 16°53',8                       | 0,3985         | 0,4629                           | 10,9       |
| Février 6    | 0                                | 4     | 45    | + 16°24',6                       | 0,4053         | 0,4811                           |            |
| 14           | 0                                | 20    | 50    | + 16° 2',5                       | 0,4124         | 0,4985                           |            |
| 22           | 0                                | 36    | 28    | + 15°46',2                       | 0,4198         | 0,5150                           |            |
| Mars 2       | 0                                | 51    | 38    | + 15°34',2                       | 0,4273         | 0,5304                           | 11,4       |

Suivant le Bulletin 778 de l'Observatoire d'Harvard College, les photographies de la comète prises aux environs du 25 octobre présentent la comète sous une forme non usuelle. Le noyau est bien prononcé, la nébulosité qui l'entoure est approximativement elleptique, s'étendant sur une distance de 120" dans un angle de position de 80°, c'est-à-dire exactement à l'opposé du Soleil. Vers le Soleil lui-même, la nébulosité ne s'étend pas à plus de 15". Le noyau n'est pas central. Une queue plus longue et plus faible s'étendant jusqu'à 20' du noyau se remarque dans un angle de position de 240°, c'est-à-dire presque dirigée vers le Soleil (à 20° de cette direction).

Cette queue se termine en une nébulosité diffuse sans limites définies. E. D.

**Comète Skjellerup 1922 d.** — Le 26 novembre, à 14 h. 33 m. 9 temps moyen du Cap, M. Skjellerup a trouvé une nouvelle comète dont la position était à ce moment  $\alpha = 11 \text{ h. } 0 \text{ m. } 49 \text{ s. } 93$   $\delta = -10^{\circ}43'43''$ . L'astre avait un mouvement diurne de + 3 m. 40 s. en ascension droite et de  $-1^{\circ}22'$  en déclinaison.

M. Wood, de l'Union Observatory, a calculé pour cette comète l'orbite suivante :

$T = 1923$ , janvier, 1,14 temps moyen de Greenwich.

$\omega = 260^{\circ}31'$ .

$\Omega = 261^{\circ}08'$ .

$i = 23^{\circ}4'$ .

$\log. q = 9,9759$ .

La position de l'astre ne permet pas d'observation pour nos régions. M. Barnard, à l'Observatoire Yerkes, en a obtenu une position le 1<sup>er</sup> décembre, l'astre était alors de huitième grandeur. E. D.

**Comète périodique Perrine 1922 e.** — La comète Perrine a été observée au Japon, par M. Nakamura, de l'Observatoire de Tokio, dans la position suivante :

Novembre 29, à 6 h. 50 m. temps moyen de Greenwich.

$\alpha = 8 \text{ h. } 5 \text{ m. } 32 \text{ s.}$   $M^t + 16 \text{ sec.}$

$\delta = + 0^{\circ}28'$   $M^t - 44'$

Le passage au périhélie de cette comète était attendu pour le mois de septembre 1922.

Découverte le 8 décembre 1895 par Perrine, Ristenpart en calcula, lors de cette apparition, des éléments elliptiques assez ressemblants à ceux de la comète de Biéla, et donnant une période de révolution de 7,047 ans. Le retour suivant n'a pas été observé. Le second retour a été observé en 1909, la période qui en est résultée est plus courte que celle trouvée par Ristenpart ; elle est de 6,45 ans.

L'identité avec Biéla, sans être absolument impossible, semble improbable d'après les calculs. Son passage ne fut pas constaté en 1916. E. D.

**Nova.** — Un télégramme envoyé au bureau central des télégrammes astronomiques à Copenhague, par M. Zwierel (Roumanie), annonçait la découverte, le 1<sup>er</sup> décembre, d'une nova de première grandeur dans la position suivante :

$\alpha = 18 \text{ h. } 48 \text{ m.}$   $\delta = + 28^{\circ}0$ .

Les recherches, tant visuelles que photographiques à l'Observatoire d'Uccle, ont été vaines quant à l'existence de l'astre ; un cliché pris le 8 décembre au Tessar-Zeiss, et donnant les étoiles jusque la dixième grandeur, ne montre aucun objet suspect.

Une carte du bureau de Copenhague constate la recherche vaine en différents établissements.

L'annonce est donc considérée comme erronée.

E. D.

**Erratum.** — *La taille des miroirs*, bulletin n° 8, page 266, au bas, rectifier : Sel de seignette chimiquement pur cristallisé 137 grammes.

**Le tremblement de terre de Coquilmo (La Serena) et du Chili.** —

Sous l'action d'un ensemble de causes dont l'action n'est pas précisée encore par la science moderne et parmi lesquelles il faut compter sans doute en première ligne le refroidissement par rayonnement, origine d'une contraction progressive et du développement des forces tangentielles ayant produit les plissements et les surélé-



variations locales de la croûte. Il est d'ailleurs remarquable que ces phénomènes d'ordre mécanique sensible n'affectent pas le globe tout entier, mais sont distribués au contraire d'une manière systématique générale en relation intime avec l'histoire géologique. C'est ce qui a été mis en évidence par les recherches géographico-statistiques de M. Montessus de Ballore, directeur et organisateur du service sismologique précisément de ce même Chili, qui vient d'être si cruellement éprouvé par le sisme de la nuit du 10 au 11 novembre. Les régions sismiques du globe se répartissent sur deux grandes bandes circulaires de la sphère faisant entre elles un angle d'environ  $67^{\circ}$  ; le premier de ces grands cercles comprend sur son pourtour précisément toutes les côtes occidentales des deux Amériques, abruptes vers les nombreuses fosses profondes de l'océan Pacifique ; on le nomme aussi cercle américain-japonais-malais ou cercle de feu du Pacifique ; le second est celui que jalonnent le détroit de la Sonde, l'isthme de Panama et la grande fracture méditerranéenne ; ces grands cercles ont, avons-nous dit, une signification géologique ; ils marquent les régions où se sont déposées les couches des terrains secondaires et où les plissements consécutifs de la croûte ont créé les chaînes de montagnes tertiaires, les dernières en dates dans l'histoire de la terre ; la sismicité du globe se présente donc dans cette manière de voir comme une fonction locale du temps en relation avec les plissements qui ont amené l'érection des montagnes.

Le sisme qui vient de désoler sur une longueur de 2 000 à 3 000 kilomètres les côtes du Chili et dont l'épicentre semble avoir été au large de Coquimbo, sur le talus sous-marin des Andes, vient s'ajouter à tous ceux que l'histoire depuis quelques siècles a enregistrés, pour confirmer les vues de Montessus de Ballore ; on peut dire d'ailleurs que dans le centre et le nord du Chili, sur le versant pacifique des Andes la terre tremble d'une manière continue, mais cependant avec des intensités très variables suivant les lieux. La géographie sismologique a précisé ainsi la distribution des foyers sismiques et montré par là même que la sismicité, quoique synthétisée par les deux grands cercles de Montessus de Ballore, est cependant un phénomène local et tenant à des causes relativement superficielles ; il est bon de préciser ce fait si intéressant et si peu entré encore dans l'ensemble des connaissances du public instruit. La carte ci-jointe, extraite des travaux de Montessus de Ballore, que plusieurs journaux quotidiens ont reproduite et que nous reproduisons à notre tour, donne une idée très nette de la *sporadicité sismique* de la région côtière des Andes méridionales qui commencent au sud du Pérou devant la fosse de Krummel et s'étendent jusqu'au cap Horn ; la sismicité s'arrête d'ailleurs à Valdivia avec l'abaissement de la crête montagneuse.

Comme nous le disions plus haut, l'épicentre du sisme actuel paraît avoir été en mer au large de Coquimbo, au pied du raide talus océanique des Andes ; comme presque tous les grands sismes de la région, il a été accompagné d'un raz de marée qui a doublé les désastres déjà causés par le brusque ébranlement du sol ; la vague de ce raz de marée, d'après les premières nouvelles, aurait atteint à Coquimbo la hauteur effrayante de 60 mètres, ensevelissant par deux fois la ville et transportant sur la montagne au delà, des navires ancrés dans le port ; plusieurs sismes antérieurs avaient déjà amené ce phénomène dynamique terrible et grandiose.

Le 28 octobre 1746, lors du terrible tremblement de terre qui détruisit Lima, au Pérou, quatre grands bâtiments, au nombre desquels se trouvait une frégate, furent entraînés par la force des vagues depuis le port de Callao jusqu'à une grande distance

dans l'intérieur des terres et laissés à sec à des hauteurs considérables au-dessus de la mer. En 1687, d'après Ulloa, une vague semblable à une montagne engloutit le même port et tous ses habitants; elle entraîna encore plusieurs vaisseaux à une lieue de distance dans l'intérieur des terres.

C'est à un phénomène de ce genre que l'on attribue les traditions que recueillirent les Espagnols lors de la conquête et qui rappelaient le souvenir d'un grand déluge analogue par son interprétation locale à celui de Noé, aussi bien au Pérou qu'en Araucanie (Chili), comme le rapporte l'historien espagnol Molina (1).

Dans le récit qu'il a donné au Tour du Monde (2) de la visite qu'il a faite en 1884 au détroit de la Sonde et aux côtes de Java et de Sumatra à la suite de l'explosion du Krakatau (23 août 1883), M. Cotteau nous raconte comment il a pu voir à une heure du fond de la baie de Lampong à Sumatra, le steamer *Barrow*, échoué en pleine forêt, suspendu comme un pont au-dessus de la rivière Kouripan à 3 kilomètres de son mouillage dans le port et encadré dans la puissante végétation tropicale. Ce navire y avait été transporté par la vague formidable, de plus de 50 mètres de hauteur, provoquée par l'effondrement du volcan dans la mer du Déroit de la Sonde à plus de 20 lieues de distance. L'équipage, chose incroyable, était sain et sauf. Le *Tour du Monde* contient une photographie du navire.

M. Cotteau rappelle aussi, à cette occasion, avoir observé en septembre 1877, à Arica, sur la côte du Pérou, échouée à une lieue du rivage, près du chemin de fer de Tacna, la corvette américaine en fer *Waterie*, reposant sur ses deux roues; en 1868, un premier raz de marée concomitant à un terrible tremblement de terre l'avait déposée à un mille dans les terres; une seconde vague sismique venait, en 1877, de la remettre à flot et de lui faire subir ce nouveau voyage.

Nous avons dit que la terre du Chili central et septentrional tremble d'une manière pour ainsi dire continue; les habitants des villes s'attendent toujours à quelque secousse imprévue qui les fait se précipiter dans la rue; ils sont, paraît-il, plus sensibles aux petits mouvements du sol que les étrangers nouvellement débarqués dans le pays, s'il faut en croire du moins le capitaine Basil Hall, dans son *Voyage au Chili, au Pérou et au Mexique* (3):

« Le 18 janvier, dans la soirée, j'allais visiter une famille de l'Almendral (Valparaíso). Les dames étaient rangées, selon l'usage, le long de la muraille et en lignes serrées; elles avaient leurs châles étendus sur la tête et revenant sur le menton, de manière à cacher presque entièrement leur visage.. tout à coup, sans aucune cause apparente, toute la société se lève spontanément. la musique et l'ouvrage furent jetés de côté et chacun courut éperdument hors de la maison en s'écriant d'une voix lamentable : « Misericordia! Misericordia! »; on se frappait la poitrine; un effroi inexprimable se peignait sur toutes les physionomies. Je fus stupéfait de cette rumeur subite et machinalement je suivis tout le monde dans la rue en criant : « Misericordia! », aussi haut qu'aucun d'eux. »

Le capitaine Hall, comme il le dit plus loin, s'était figuré qu'il s'agissait d'une pratique religieuse quelconque; il n'avait rien ressenti du tremblement de terre. Il

---

(1) Ces détails sont empruntés à LVELL, *Principes de Géologie* (trad. Ginestou), Paris, Garnier (1875), t. II, chap. XXX.

(2) « Krakatau et le Déroit de la Sonde », *Tour du monde*, 1886, premier semestre, p. 113.

(3) Bruxelles, Dumont, 1835, t. I, p. 35.

constata aussi que la terreur du tremblement de terre croît avec le nombre de secousses que l'on en ressent.

Humboldt, lors de son second séjour à Cumana (Colombie) en 1799, ressentit le premier des centaines de sismes légers qu'il devait éprouver pendant son long séjour aux régions équinoxiales et rapporte à cette occasion une opinion toute contraire à celle de Hall. « Je n'aurais pas cru alors, dit-il, qu'après un long séjour sur les plateaux de Quito et les côtes du Pérou, je deviendrais presque aussi familier avec les mouvements un peu brusques du sol que nous le sommes, en Europe, avec le bruit du tonnerre. Dans la ville de Quito, nous ne pensions pas à nous lever la nuit lorsque des mugissements souterrains qui semblent toujours venir du volcan de Pichincha annonçaient deux à trois minutes d'avance une secousse dont la force est rarement en rapport avec l'intensité du bruit, etc... » Et plus loin, il dit encore : « Sur les côtes du Pérou, on finit par s'accoutumer aux ondulations du sol, comme le pilote aux secousses du navire causées par le choc des vagues » (1).

Le capitaine B. Hall visita, en 1921, la ville de Copiapo (Chili) qui venait de subir, en 1819, le plus terrible sisme qu'elle eût encore éprouvé ; « à la suite de la grande secousse qui fit de la ville un monceau de décombres, la terre continua à ressentir des mouvements convulsifs qui se prolongeaient pendant environ sept minutes, quelquefois moins ; tantôt elle se soulevait et s'affaissait, mais le plus souvent vibrait avec une extrême rapidité... Ce ne fut que six mois après que les secousses cessèrent entièrement et dans cette période la terre ne restait jamais longtemps sans agitation ; des bruits lugubres qui s'en échappaient présageaient toujours des désastres nouveaux » (2).

La ville de Concepcion, aujourd'hui la seconde du Chili, et son port Talcahuano ont aussi une histoire sismique rappelant de tristes souvenirs (3) ; les guerres aussi eurent leur part dans ses destructions successives. La première Concepcion était bâtie au bord même de la mer, sur les bords de la baie qui porte le même nom, et où vient déboucher dans la mer le Rio Biobio, le fleuve le plus important du Chili ; en 1751, un tremblement de terre et un raz de marée détruisirent la ville que ses habitants allèrent rebâtir à 15 kilomètres dans l'intérieur des terres ; la région est couverte d'une végétation admirable et le climat est le plus beau de toute la côte chilienne.

Les nouvelles actuelles nous ont appris que la ville de Concepcion a été cependant atteinte par le dernier cataclysme sismique. Mais rien de précis encore n'est connu sur l'étendue des ruines et le nombre de vies humaines qu'a coûté le tremblement du sol du 11 novembre 1922. A l'anniversaire du jour où les hommes en 1918 cessaient une lutte fratricide, la terre en 1922, inconsciente, cédait aux forces de destruction et renversait les cités des hommes.

E. L.

**Union géodésique et géophysique internationale. — Magnétisme terrestre et électricité atmosphérique.** [Rome, mai 1922.]

La réunion de Rome de l'Union géophysique a marqué pour la section du magnétisme une phase d'organisation ; depuis la première réunion à Bruxelles, en 1919,

---

(1) *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent*. Paris, 1817, t. IV, ch. X.

(2) *Voyage au Chili, etc.*, t. II, p. 34.

(3) *Voyage au Chili, etc.*, t. II, p. 242.

le Bureau s'est attaché à définir de manière précise les desiderata scientifiques de caractère international de la section ; rédigés par M. Bauer, ils ont été présentés à Rome et ratifiés sous la forme de vingt vœux adoptés à l'unanimité. Il serait peu utile de les transcrire ici et le lecteur pourra les trouver énoncés dans le numéro de septembre 1922 du *Terrestrial magnetism*. En ce qui concerne le magnétisme, ils ne contiennent rien de spécialement nouveau pour ce qui regarde les conditions désirables du travail international d'observation ; mais il nous faut remarquer qu'ils consacrent pour la première fois d'une manière plus précise l'internationalisme des recherches dans le domaine de l'électricité atmosphérique et celui des courants terrestres ; dans cet ordre d'idées, les beaux travaux systématiques exécutés pendant ces dernières années à l'Observatoire de l'Ebre n'auront pas été étrangers à ce mouvement en avant. Le rôle des courants telluriques, producteurs ou résultants des *variations* du champ magnétique, est encore fort obscur et une coopération bien comprise peut beaucoup pour la solution du problème. Ce qui est vrai de l'étude des courants telluriques l'est aussi de l'électricité atmosphérique ; elle s'organise systématiquement. Chez nous, aussitôt qu'il a pris la direction de notre Institut météorologique, M. Jaumotte a compris ces études dans le programme de ses travaux ; elles sont en pleine voie d'organisation avec l'aide précieuse de l'aviation. On ne pouvait attendre moins du premier de nos aviateurs scientifiques.

La section internationale du Magnétisme terrestre et de l'Electricité atmosphérique de l'Union géophysique est dirigée actuellement par MM. Chree, Palazzo et Bauer, respectivement président, vice-président et secrétaire ; le bureau central, à Washington, est sous la direction de M. Bauer. MM. Jaumotte, Maurain et Tanakadate forment avec les trois membres du Bureau le Comité exécutif de la Section.

E. L.

**Les nouvelles théories météorologiques, le front polaire de V. Bjerknes.** — *Ciel et Terre* a déjà fait connaître à ses lecteurs la théorie nouvelle des cyclones des régions tempérées de l'hémisphère nord telle qu'elle a été conçue par le professeur V. Bjerknes (Bergen), à la suite d'études faites en Norvège par lui-même et par son fils J. Bjerknes ; elle se relie d'ailleurs à une conception nouvelle de la circulation atmosphérique générale du globe ; l'autorité du professeur Bjerknes a appelé aussitôt sur elle l'attention des météorologistes, surtout par les relations qu'elle présente avec la question de la prévision du temps ; en Angleterre principalement, elle a suscité déjà des recherches et des travaux importants ; quel que soit l'avenir qui lui est réservé, il semble qu'à l'heure actuelle les principes fondamentaux que cette théorie a posés sur les formes de la lutte entre les masses d'air froid polaires et le courant d'air chaud équatorial aient acquis droit de cité dans la science météorologique et que les météorologistes ne peuvent plus ne pas en tenir compte et doivent en suivre avec attention le développement.

M. V. Bjerknes et ses collaborateurs ont, dès le principe, proposé pour l'étude des idées nouvelles la création de stations dans les régions septentrionales autour du pôle ; les premières de ces stations ont été celles du Spitzberg et ensuite celle de Jean Mayen, fondée par Ekerold avec l'aide du gouvernement norvégien ; elle fonctionne dans cette île désolée depuis octobre 1921, reliée avec le reste du monde, et spécialement la Norvège, par la télégraphie sans fil ; ses avertissements ont déjà été du plus grand secours pour la sécurité des navires norvégiens dans la mer du Nord. Ekerold propose aujourd'hui d'étendre encore vers l'ouest le réseau polaire

de ces stations, en en établissant une nouvelle dans l'île de Baffin qui se trouve dans le détroit de Davis, à l'ouest du Groenland; le professeur Bjerknes et le Dr Nansen sont d'avis également que les avertissements que procurerait le nouvel établissement auraient une extrême importance au point de vue de la prévision du temps sur l'Atlantique et pour l'étude des mouvements des icebergs descendant du Nord. Mais l'établissement d'une semblable station si éloignée de tous les lieux habités est une question d'argent difficile à résoudre pour des savants seuls; il faut espérer que Ekerold trouvera, comme pour celle de Jean Mayen, l'aide efficace des gouvernements et spécialement de la Norvège.

Nous avons rappelé plus haut que *Ciel et Terre* le premier a fait connaître les travaux et les idées nouvelles de Bjerknes aux lecteurs de langue française; nous publierons bientôt un second mémoire des mêmes auteurs, paru dans les publications de l'Institut géophysique de Bergen et où l'on en trouvera le développement plus complet. Nous appelons dès maintenant sur ce travail l'attention de nos lecteurs désireux de suivre de près le mouvement caractéristique qui s'est marqué dans le domaine météorologique.

Les théories des Bjerknes y ont, sans conteste, ouvert des voies nouvelles.

E. L.

**Sismologie appliquée.** — En même temps que notre Bulletin insérait en janvier-février 1921 la description du tromomètre appliqué créé par notre collègue le Prof. Navarro Neumann, nous donnions dans une note l'histoire bien courte de la sismologie appliquée. Dans cette histoire, le nom du P. Guido Alfani occupait déjà une place intéressante. Les travaux qu'il a bien voulu nous envoyer récemment et dont les titres se trouvent à l'article Bibliographie, nous montrent que la question n'a cessé de l'occuper; il nous faut en dire ici quelques mots. Dans le premier de ces travaux (1906), il examine les intéressantes recherches scientifiques effectuées au Dôme de Milan par le Prof. Vicentini à l'aide d'un pendule vertical de grande longueur dans le but d'étudier les petits mouvements de déplacement de la tour sous l'action du soleil et du vent. *Ciel et Terre* s'est autrefois occupé également de ce travail, comme nous l'avons rappelé dans notre historique; dans un second mémoire, qui date de 1914, le savant directeur de l'Osservatorio Ximeniano nous donne la description d'un nouvel appareil portatif qu'il a réalisé, destiné à enregistrer les mouvements vibratoires du sol ou des bâtiments dus à des causes artificielles comme les mouvements périodiques d'une machine à gaz ou à vapeur; cet appareil, qui est donc antérieur à celui du P. Navarro Neumann, est d'ailleurs fondé, en ce qui concerne les mouvements horizontaux, sur un principe tout différent; c'est celui du pendule horizontal. Le tromomètre Neumann est basé comme on l'a vu, sur l'emploi d'une lame vibrante encastrée. Le P. Alfani a nommé *trépidomètre* cet instrument portatif (il ne pèse que 5 kilogrammes) enregistreur; il se compose en premier lieu d'un petit pendule horizontal; on peut y faire varier l'angle de la verticale et de l'axe de rotation de manière à modifier aussi la période d'oscillation de l'instrument, suivant que l'on aura à enregistrer des vibrations rapides ou lentes. L'enregistrement est à volonté au noir de fumée ou à la plume et cela grâce à un dispositif pratique et nouveau imaginé par l'auteur. Le trépidomètre comporte aussi un récepteur pour la composante verticale des mouvements; il est basé sur l'emploi d'une lame vibrante, comme le tromomètre du P. Navarro Neumann. Dans le trépidomètre du P. Alfani, il est disposé seulement pour l'étude de vibrations très rapides.

Dans une conférence donnée à la Société des ingénieurs, architectes et industriels de Naples, le distingué auteur a fait ressortir, en présentant ce nouvel appareil, les multiples applications utiles auxquelles il se prête. Il est regrettable que la notice que nous avons sous les yeux ne contienne pas de plan, de coupes ou de dessins de l'instrument, si utile à la compréhension.

Le second Mémoire dans lequel l'auteur rappelle ses premières recherches de sismologie appliquée faites au Palazzo Vecchio de Florence, contient cependant une vue photographique du trépidomètre (mouvements horizontaux) et un schéma de celui-ci. Il y donne aussi quelques indications sur une étude des vibrations produites dans une villa voisine par le moteur de la centrale électrique des tramways de Florence.

Dans le troisième des Mémoires cités, le P. Alfani nous communique les résultats de très intéressantes expériences faites à l'aide de son *trépidomètre*. Il s'agissait d'étudier les mouvements vibratoires propagés dans les habitations voisines d'une scierie; cette scierie avait comme organe mécanique principal une scie verticale mue par un moteur électrique muni d'un lourd volant. Jusqu'à une très grande distance de cette installation mécanique, les habitants se plaignaient vivement des effets produits. Le tribunal avait prié le savant sismologue de les étudier et de les constater scientifiquement. C'est ce qu'il entreprit à l'aide tout d'abord d'un horizon à mercure qui pouvait donner des indications d'ordre général, puis du trépidomètre enregistreur. Il résultait de son enquête scientifique que, immédiatement sur le pilier isolé qui porte la scie, on avait affaire à un mouvement d'oscillation vertical combiné avec des vibrations très rapides, tandis qu'à distance plus lointaine de la machine, le mouvement dans les habitations était devenu franchement ondulatoire et comportait des accélérations inquiétantes pour la sécurité des constructions. On demanda donc à l'auteur de vouloir suggérer le remède après avoir étudié le mal et le médecin sismologue donna deux prescriptions : isolement plus complet du pilastre sustentateur de la scie, et intercalation d'une lame épaisse de matière absorbante, à la base du pilier lui-même. La guérison fut complète. E. L.

**Les Frères Scolopi et Galilée.** — Il est intéressant et consolant de constater que dans la tourmente qui emporta Galilée, de nombreux et fidèles amis lui restèrent attachés jusqu'à la fin, et cela même dans le monde religieux qui l'avait entouré, notamment à Florence, et qui suivait avec ardeur et enthousiasme les nouvelles doctrines scientifiques. Le mémoire (1) du P. Giovannozzi sur les Scolopi Galileiani est à cet égard de la lecture la plus attachante; nous regrettons qu'il ne soit que le résumé d'un livre dédié à ces Scolopi, que l'auteur avait en projet et qu'il n'a pu faire encore paraître jusqu'à ce jour. Mais qui sont ces Scolopi Galileiani? En 1597, Giuseppe Calasanzio, aragonais, créait à Rome une œuvre personnelle : les Scuole pie ou écoles religieuses; Paul V en 1617 en fit une congrégation et Grégoire XV un ordre religieux en 1621; en 1630, les Scuole pie s'installèrent à Florence; elles s'y développèrent brillamment, favorisées par les Médicis. Elles y existent toujours et rendent les plus grands services à l'instruction et à la science; l'observatoire Ximénien leur appartient et le savant P. Alfani en est le directeur. Ce sont les religieux des « Scuole pie » que l'on nomme par abréviation, en Italie, Scolopi, et

---

(1) Voy. à la Bibliographie.

les Scolopi Galileiani sont ceux d'entre eux qui, au commencement du XVII<sup>e</sup> siècle, furent en relation avec Galilée; leurs noms ont été rassemblés avec ceux de ses disciples dans la grande œuvre d'A. Favaro que forme l'édition nationale des œuvres de Galilée. Ils sont une dizaine : les plus connus par leurs travaux personnels et par les relations plus ou moins suivies qu'ils eurent avec le grand homme dont l'amitié fut pour plusieurs d'entre eux une cause de persécution, sont Francesco Michellini, Clément Settini et Angelo Morelli. C'est la brève histoire de ces Scolopi que nous retrace le P. Giovannozzi, elle offre un vif intérêt. Nous y apprenons notamment que c'est grâce à l'appui de Galilée que, en 1635, Michellini fut appelé à enseigner les mathématiques et les sciences physiques et cosinographiques par les méthodes galiléennes aux Princes de la maison des Médicis, et notamment au prince Léopold, le futur fondateur de l'Académie del Cimento. On peut donc dire que l'âme de Galilée revit dans cette création. C'est ce même Michellini qui, plus tard, s'occupa de questions hydrauliques et auquel on doit un traité très connu sur la *Dirizione dei Fiumi*. Le P. Settini fut le maître de Viviani et, pendant les dernières années de Galilée, rendit à l'aveugle d'Arcetri les services les plus dévoués, physiques et intellectuels, en mettant par écrit les pensées qui germaient sans cesse dans ce cerveau accablé et condamné aux ténèbres d'une nuit éternelle. Nous ne parlerons pas des autres, non plus que des rapports de Settini avec Torricelli; tout ce que nous dit le P. Giovannozzi est intéressant au plus haut chef pour l'histoire de la science et celle d'un nom illustre entre tous, mais il faut laisser au lecteur une partie de son plaisir.

E. L.

---

## Bibliographie

ALFANI, P. GUIDO, delle S. P. *Un perfezionamento ai Pendoli orizzontali a registrazione meccanica*. — Estr. della Riv. di Fisica (Pavia), nov. 1905. [Un perfectionnement aux pendules horizontales à enregistrement mécanique, *Revue de Physique* (Pavie), nov. 1905.]

Ce travail qui a été publié tout d'abord dans *Die Erdbebenwarte* en 1905 avait pour but de faire connaître un perfectionnement important apporté par l'auteur aux pendules horizontales; on sait que les savants italiens ont toujours donné leurs préférences à l'enregistrement mécanique pour les appareils sismiques, et il est évident que bien des raisons militent en faveur de cette idée; Stiattesi, en utilisant dans son pendule horizontal des masses de 200 à 500 kilogrammes (l'idée première en est due au Prof. Agamennone, d'après Stiattesi lui-même, *Bull. sismografico dell' Oss. di quarto Castello*, 1900-1901, p. 11) fit faire déjà un grand pas à la question; pour réaliser le but visé, il fallait aussi chercher à rendre presque nulles les résistances passives du levier amplificateur et enregistreur terminal. L'auteur a proposé dans ce but un dispositif tout nouveau du levier du premier genre dont l'extrémité du petit bras est mue par la masse oscillante et dont l'extrémité du grand bras inscrit la courbe sur le cylindre enregistreur. Le petit bras est un fil d'acier léger dont l'extrémité suit avec fidélité le mouvement de la masse. Un aimant joue ici un rôle capital en appuyant d'une manière permanente et avec l'énergie minima ce fil sur un petit

cylindre mobile autour de son axe et solidaire de la masse pesante; le grand bras du levier se termine par un fil de verre appuyé sur le papier enfumé du cylindre enregistreur. Ce dispositif est très simple, réglable à volonté pour rendre les frottements presque nuls et l'auteur assure en avoir obtenu les effets les plus satisfaisants dans une expérience déjà longue au moment où il écrit ces lignes (1905). Le dessin qui accompagne son travail rend tout à fait claire la conception de ce dispositif nouveau et nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur.

Dans ses pendules Stiattesi à Cartuja, notre ami et collègue le Prof. Navarro Neumann a apporté également à l'enregistrement des modifications très ingénieuses qui portent aussi bien sur la suppression des frottements que sur l'équilibrage parfait des diverses parties du levier amplificateur et enregistreur.

ALFANI, P. GUIDO, delle S. P. *Ricerche sulla stabilità delle costruzioni (saggio di sismologia applicata.)* — Estr. della Rivista di Fisica, Pavia, 1906. [Recherches sur la stabilité des constructions (note de sismologie appliquée).] Voir aux notes.

ALFANI, P. GUIDO. *Riassunto delle comunicazioni fatte al Congresso degli Ingegneri italiani a Firenze, 1909.* — Estr. del Giornale dei Lavori pubblici, 1909. [Résumé des communications faites au Congrès des Ingénieurs de Florence en 1909. Extr. du *Journal des Travaux publics*, 1909.]

ALFANI, P. GUIDO, delle S. P. *Il trepidometro portatile ed il suo uso.* — Pubbl. dell'Oss. Ximeniano, N. 119. 1914. [Le trépidomètre portatif et son usage.] Voir aux notes.

ALFANI, P. GUIDO, delle S. P. *Le vibrazioni nei fabbricati prodotte da macchine in movimento. Il monitore tecnico, 1915.* [Les vibrations des bâtiments industriels produites par les machines en mouvement.] Voir aux notes.

GIOVANNONI, P. GIOVANNI, delle S. P. *Scolopi galileiani.* — Pubbl. dell'Oss. Ximeniano, N. 124. 1917. [Galilée et les Frères Scolopi.]

Ce mémoire est un très intéressant résumé d'une conférence faite à Florence en 1916 devant la « Société Colombaria ». Voir aux notes.

GIOVANNONZI, P. GIOVANNI, delle S. P. Il P. GIOVANNI INGHIRAMI. — Publ. dell'Oss. Ximeniano, n° 128. [Le P. Giovanni Inghirami.]

GIOVANNONZI, P. GIOVANNI, delle S. P. Il P. GIOVANNI ANTONELLI. — Publ. dell'Oss. Ximeniano, n° 111. [Le P. Giovanni Antonelli.]

Ces deux biographies sont celles d'un maître et de son élève : Inghirami et Antonelli, tous deux ayant grandement honoré la science italienne et les S. P. de Florence par leurs travaux variés. Inghirami (1779-1851) fut mathématicien, astronome, géodésien et géographe, mais s'est principalement distingué par ses travaux astronomiques et surtout cartographiques. On peut citer parmi ses travaux astronomiques les tables d'occultation par la Lune d'étoiles jusqu'à la dixième grandeur, qu'il entreprit à la requête du baron de Zach (1809-1829) mais en suivant des méthodes tout à fait personnelles de calcul — celles des distances angulaires Lune-Jupiter et Vénus, à l'usage des navigateurs — un catalogue de 3750 étoiles pour l'Atlas céleste d'Encke (1825). etc. Son étude sur les observations des satellites de Jupiter faites par Galilée lui valut de donner son nom à l'un des cratères lunaires situé au bord oriental du limbe.



En géographie géodésique on lui doit la carte de la Toscane qui fut la suite d'études géodésiques auxquelles l'avait conduit l'intérêt pris par lui à la mesure d'une base faite par De Zach en 1808, à Florence. Ses études géographiques eurent comme conséquence l'établissement d'un cadastre vraiment scientifique et aussi un développement inattendu de la science géographique en Toscane. Une Société de géographie fut en outre fondée, dont il resta l'âme jusqu'à sa mort. L'étude biographique du P. Giovanozzi a été insérée dans les *Scienziati italiani* d'Aldo Mieli.

Un des mérites d'Inghirami fut aussi d'avoir deviné en G. Antonelli un futur homme de science et d'avoir favorisé de tout son pouvoir son éducation scientifique et littéraire; l'astronomie s'allie aisément à la poésie et à la culture littéraire; ce fut le cas du savant florentin qui est bien connu, en dehors de l'Italie, par ses études astronomiques sur Le Dante qui débutèrent en 1865 par l'interprétation nouvelle qu'il donna des fameux vers qui ouvrent le chant IX du *Purgatoire*.

*La concubina di Titone antico*  
*Già s'imbiancava al balzo d'orient*  
Etc...

On lui doit aussi une étude mathématique sur le baromètre à gravité, des considérations de haute philosophie scientifique sur les fondements du calcul infinitésimal et de nombreux travaux et projets de voies ferrées en Toscane; on voit que ce fut essentiellement une intelligence éclectique et la variété même des sujets qu'il a abordés avec un esprit toujours original rend très intéressant l'exposé qu'en a fait le P. Giovanozzi dans cette curieuse étude biographique. E. L.

H. OLLIVIER, professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. — *Cours de physique générale*, t. II. — *Thermo-dynamique et énergie rayonnante*. — Paris, Hermann, 1922.

Les traités de physique générale en langue française sont rares, sauf ceux destinés à l'enseignement exclusivement, et qui sont compris dans le cadre des programmes. Or, depuis quelques années ceux-ci ont été débordés par des découvertes nouvelles sans nombre, tant dans les formules que dans les faits. Et il se fait que beaucoup de gens instruits qui voudraient se tenir au courant des idées nouvelles sont dans l'impossibilité de réaliser leur désir, ne pouvant dépouiller les publications avant d'avoir les bases nécessaires pour les comprendre, et aucun ouvrage ne leur offrant celles-ci.

Le traité de M. Ollivier remplit cette lacune. Dans un esprit tout à fait moderne, il donne au lecteur une idée très nette des théories atomistiques et énergétiques d'aujourd'hui, très suffisante même pour l'homme de science qui n'en fait pas l'objet de ses études.

J'ajouterais qu'il traite avec détail de la physique stellaire et de celle du Soleil et donne sur elles des renseignements qu'on ne trouve dans aucun traité de physique et même dans beaucoup de traités d'astronomie.

Pour les amateurs de cette dernière science, l'étude des formes énergétiques découvertes par les recherches modernes est fort utile, car ces facteurs jouent, dans la vie de l'Univers un rôle qui se révèle de plus en plus important. Le livre dont il s'agit leur sera très utile comme introduction à l'étude détaillée des rayonnements.

A. F.

## UN ASTRONOME BELGE

Louis Niesten (1844-1920).

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

(Suite).

#### G. — Ciel et Terre.

1. Le ciel pendant le mois de (Memorandum astronomique) :

1880, mars (I, 1880-81, p. 13-17); avril (I, p. 62-67); mai (I, p. 112-114); juin (I, p. 161-163); juillet (I, p. 211-213); août (I, p. 259-260); septembre (I, p. 302-305); octobre (I, p. 354-355); novembre (I, p. 399-402); décembre (I, p. 446-449).

1881, janvier (I, p. 496-498); février (I, p. 545-547); (mars (II, 1881-82, p. 19-21); avril (II, p. 63-64); mai (II, p. 107-109); juin (II, p. 147-150); juillet (II, p. 191-193); août (II, p. 241-243); septembre (II, p. 284-286); octobre (II, p. 327-330); novembre (II, p. 368-372); décembre (II, p. 415-419).

1882, janvier (II, p. 457-460); février (II, p. 498-500).

Memento des phénomènes célestes à observer.

2. La vitesse de la lumière et la parallaxe du Soleil (I, 1880-81, p. 29-31) :

Cet article est, en somme, l'analyse d'un travail de M. Todd, de Washington, qui a recherché dans quelles limites variaient les valeurs de la parallaxe solaire fixées d'après la méthode utilisant la vitesse de la lumière déterminée expérimentalement. Ces déterminations expérimentales de la vitesse de la lumière combinées avec les constantes astronomiques doivent, suivant Todd, donner une parallaxe horizontale moyenne de  $8''808 \pm 0''006$  et une distance moyenne du Soleil à la Terre de 149,345,000 kilomètres.

3. La Lune et la nébulosité du ciel (I, 1880-81, p. 70) :

A propos des observations inégalement nombreuses des petites planètes aux observatoires de Paris et de Greenwich, l'auteur signale un travail de M. Houzeau de Lehaie, traitant *De l'influence de la Lune sur l'atmosphère*, et qui semble appuyer l'opinion d'après laquelle la nébulosité du ciel diminue lors du passage de la Lune au méridien.

4. Paysages lunaires (avec dessins de E. STUYVAERT) (I, 1880-81, p. 89-92) :

Intéressante description des différents aspects de la Lune, vue à la lunette; énumération des différentes cartes publiées à cette date (1880) (Hevelius, Mädler, Neison, Schmidt). Les deux dessins représentent, l'un, le *cirque* d'Archimède, et l'autre, le *cratère* Hyginus; ceux-ci sont accompagnés d'une description succincte.

5. L'Observatoire de Rio de Janeiro (I, 1880-81, p. 116-117) :

Résumé d'une notice descriptive consacrée à l'Observatoire de la capitale brésilienne par notre compatriote L. Cruls (1851-1908), qui fut directeur de cet établissement. L. Cruls insiste sur l'heureuse disposition de cet Observatoire qui pourra, dit-il, servir de modèle pour l'érection du nouvel Observatoire de Bruxelles.

6. Diamètres des satellites des planètes et de quelques astéroïdes (I, 1880-81, p. 144) :

E.-C. Pickering, directeur de l'Observatoire de Harvard College, Cambridge, Mass., donne les valeurs, déterminées d'après les observations photométriques, pour les diamètres des satellites de Mars (Phobos, Deimos), des satellites de Saturne (Mimas, Encelade, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japet), des satellites d'Uranus (Titania, Oberon), du satellite de Neptune, des astéroïdes suivants (Pallas, Junon, Vesta, Antiope, Brunchild, Eva et Menippe).

7. La photographie céleste (I, 1880-81, p. 145-148) :

L. Niesten signale les premiers essais faits en photographie céleste par Daguerre (1846), puis par J.-W. Draper (1846) qui présenta plusieurs images de la Lune, par Fizeau et Foucault (1851), qui obtinrent une photographie du Soleil. En 1851, W. Bond produit le premier daguerréotype de la Lune; en 1857, W. de La Rue obtint, d'après les procédés de Fox Talbot, de très belles photographies de la Lune et du Soleil, et des grosses planètes. Niesten mentionne les photographies obtenues par le P. Secchi, Rutherford, Ellery Gould, Neyt, les photographies de la planète Jupiter par A. Common : à partir de 1854, il y eut de nombreuses photographies du Soleil prises à l'Observatoire de Kew, puis, à partir de 1873, à l'Observatoire de Greenwich, ensuite, à celui de Meudon. Il faut remarquer aussi les photographies des éclipses de Soleil (depuis 1851) et des passages de Vénus (1874), enfin les photographies des étoiles, prises par Rutherford (Pléiades, groupes de Praesepe, de Persée, etc.).

8. Aplatissement de Mars (I, 1880-81, p. 164-165) :

Du 7 au 17 novembre 1879, C.-A. Young a exécuté une importante série de mesures des diamètres de la planète Mars; ces mesures ont été réduites et ont permis d'assigner les valeurs suivantes :

- 1° au diamètre équatorial de Mars :  $20''634$ ;
- 2° au diamètre polaire de Mars :  $20''552$ ;
- 3° à l'aplatissement :  $1/219$ .

9. Alignements entre les étoiles (avec carte) (I, 1880-81, p. 184-188) :

Explication détaillée de la méthode des *alignements* appliquée à l'étude des constellations. Très utile pour les débutants en astronomie.

10. Quelques mots sur les orbes des astéroïdes (avec figure et planche) (I, 1880-81, p. 199-205, 225-231 et 252-259) :

L. Niesten signale d'abord l'étendue des frontières du système solaire en 1780, puis les découvertes successives de W. Herschel (1781) et de Leverrier (1846); il montre ensuite les découvertes faites dans le domaine des petites planètes ou astéroïdes (Cérès, Pallas, Junon, Vesta, etc.); on en compte 13 en 1850, 62 en 1860 et 214 en 1880. Les recherches concernant les astéroïdes offrent pour les astronomes un vif intérêt : elles se rapportent à l'étude de la constitution physique de ces astres, à la mesure de leurs diamètres, au calcul de leurs éléments orbitaires, de leurs éphémérides. L. Niesten donne un aperçu sommaire des connaissances acquises (en 1880) concernant la constitution, l'aspect physique et l'orbite des astéroïdes. L'auteur explique comment on reconnaît un astéroïde, comment on détermine l'orbite des petites

planètes, comment ces orbites se différencient de celles des planètes principales. Niesten montre les distances des astéroïdes qui circulent autour du Soleil. L'auteur parle ensuite du temps des révolutions des astéroïdes, de leurs excentricités qui sont très différentes de celles des grandes planètes, de la distribution des périhélie et des nœuds des astéroïdes et de l'inclinaison de leurs orbites. Niesten termine son travail par un résumé d'ensemble sur les orbites des petites planètes.

11. La comète de Faye (I, 1880-81, p. 307-308) :

Courte notice relative à la comète périodique découverte à l'Observatoire de Paris, le 22 novembre 1843, par H. Faye. Le retour de cette comète fut observé le 25 août 1880, à Florence, par G. Tempel et à Ealing, par A. Common.

12. Genèse des astéroïdes (I, 1880-81, p. 326-330) :

Suivant l'hypothèse d'Olbers, les astéroïdes devraient leur origine à la fragmentation d'une planète mise en pièces par l'effet d'une force intérieure. Niesten ne se rallie pas à cette hypothèse d'Olbers. Il invoque la théorie de la condensation de la matière cosmique, suivant Laplace, théorie rendant le mieux compte de la formation de notre système planétaire. Toutefois, l'auteur objecte à cette théorie que, dans la zone des astéroïdes, on rencontre des intervalles vides. Daniel Kirkwood croit pouvoir les expliquer par la commensurabilité des périodes planétaires.

13. Jupiter (I, 1880-81, p. 357) :

Niesten signale, en septembre 1880, que sur l'hémisphère sud de la planète Jupiter, une longue tache grise s'est formée sur le disque; cette tache allait à ce moment-là en s'accroissant.

14. Le calendrier républicain (I, 1880-81, p. 361-369) :

Substantielle notice consacrée au calendrier républicain, qui fut l'œuvre de savants tels que Lagrange, Monge, Lalande. Niesten expose les origines de ce calendrier, sa composition, la dénomination des différents mois, la division de ceux-ci en décades, etc. Le calendrier grégorien fut rétabli le 1<sup>er</sup> janvier 1806. L'auteur indique les réformateurs du calendrier : Numa, Jules César et Grégoire XIII.

Niesten reproche au calendrier républicain deux défauts essentiels : la règle prescrite pour les sextiles, qu'on a fait dépendre du cours vrai et inégal du Soleil; 2<sup>o</sup> l'époque assignée pour le commencement de l'année. Le travail se termine par un tableau de concordance des calendriers grégorien et républicain.

15. Comète de Hartwig (I, 1880-81, p. 382) :

Note consacrée à cette comète découverte le 29 septembre 1880, par M. Hartwig. L'auteur indique les éléments de cette comète d'après Hartwig, ainsi que le cours de l'astre jusqu'à la mi-octobre.

16. La lumière propre de Jupiter (I, 1880-81, p. 395-397) :

Cet article contient l'analyse d'un travail de Draper, présenté à la Royal Astronomical Society de Londres, le 14 mai 1880, et concluant que Jupiter devait se trouver dans un état d'incandescence encore assez marqué pour pouvoir émettre de la lumière, mais que cette émission se faisait seulement d'une façon périodique et éruptive.

17. **Les bolides du 2 et du 4 novembre 1880 (avec planche)** (I, 1880-81, p. 409-414 :  
Notice consacrée à deux bolides très intéressants : l'auteur signale différentes relations de l'observation de ces météores.
18. **Les rainures de la Lune** (I, 1880-81, p. 436-440) :  
Description des détails appelés rainures qui se montrent sur le disque de la Lune. La première rainure fut signalée par Schröter, le 5 décembre 1788. Leur nombre, en 1880, s'élevait à mille environ. L'auteur examine différentes explications données à l'origine de ces formations et conclut que l'hypothèse la plus probable est celle qui rattache les rainures à la nature volcanique de la surface de la Lune. Le travail se termine par la description de la fente de Sirsalis, dessinée par E. Stuyvaert.
19. **Des distances apparentes sur la voûte céleste** (I, 1880-81, p. 535-538) :  
L'auteur réfute les opinions populaires quant à la détermination de la grandeur apparente d'un corps céleste. Il explique comment on indique exactement les dimensions des astres dont la grandeur réelle ne peut être déterminée que lorsqu'on connaît la distance à laquelle ils se trouvent de notre planète.
20. **La grande comète du Sud** (I, 1880-81, p. 549-551) :  
Notice consacrée à un mémoire présenté par l'astronome J. Tebbutt à la Royal Society of New South Wales (Australie) et relatif à la marche de cette comète pendant son apparition en 1880. Cette comète a été identifiée avec celle de 1843.
21. **Couleurs des étoiles simples et des étoiles doubles** (I, 1880-81, p. 559-562) ;  
L'auteur insiste d'abord sur le rôle primordial de l'observation, l'un des facteurs les plus importants pour arriver à une théorie exacte de la formation des mondes et à la connaissance des lois qui les régissent. L'observation attentive du ciel permet de se rendre compte de la diversité dans l'éclat des étoiles : les unes paraissent d'un blanc éclatant, d'autres teintées de bleu ou bien orangées, ou jaunes, ou bien encore rouges-orangées, et ainsi de suite. L'usage d'une lunette assez puissante permettra à l'observateur de dédoubler certaines étoiles et de reconnaître la richesse de coloration et surtout la différence de couleur existant entre ces étoiles. L'observateur pourra rencontrer dans la lumière des étoiles toutes les combinaisons possibles des couleurs principales, avec l'échelle étendue de leurs nuances, et il recherchera la cause de ces différences dans l'intensité de l'éclat des étoiles et de leur coloration.
22. **Le microphone dans les observatoires** (I, 1880-81, p. 565-568) :  
Cet instrument, en transmettant le son des battements de la pendule normale d'un endroit à l'autre, permet de faire, à l'aide de la même pendule, les observations à tous les instruments placés dans les différents locaux de l'observatoire. Wilhelm Meyer, astronome de l'Observatoire de Genève, a donné dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* la description détaillée de l'installation de la ligne microphonique à l'intérieur de cet observatoire. L'auteur de cet article la reproduit dans *Ciel et Terre*. A partir de décembre 1880, l'aide du microphone fut introduite dans les observations astronomiques à l'Observatoire de Bruxelles.
23. **Le baron Dembowski (1812-1881)** (I, 1880-81, p. 569-570) :  
Courte notice biographique consacrée à cet astronome italien.

24. Conjonction de Vénus, de Jupiter, de Saturne et de la Lune (I, 1880-81, p. 570-571) :

Indications relatives aux observations à faire au commencement de mars 1881 relativement à ce phénomène.

25. Observation à faire (I, 1880-81, p. 571) :

Il s'agit d'une bande lumineuse, d'un caractère permanent et non encore signalée, s'étendant de l'Aigle aux Pléiades, en passant par le Verseau, les Poissons et le Taureau. Elle est, dit Niesten, d'une largeur d'environ 5°. Il y a lieu de l'observer.

26. Uranus (II, 1881-82, p. 10-14) :

Notice relative à cette planète et publiée à l'occasion du centième anniversaire de sa découverte par W. Herschel. L. Niesten rappelle les premières observations d'Uranus et ce qu'un siècle d'astronomie a pu nous apprendre sur les conditions physiques de cet astre. Herschel crut d'abord qu'il s'agissait d'une comète et annonça sa découverte comme telle à la Société Royale de Londres. Ce n'est qu'en 1783 que Lexell, de Saint-Petersbourg, fit connaître le premier que l'astre d'Herschel était une planète et non une comète. Des recherches entreprises par Bode firent découvrir que la nouvelle planète avait été observée par Mayer en 1750, comme étoile fixe, par Flamsteed, en 1690, en 1712 et en 1715, et par Lemonnier, de 1750 à 1771. Ce fut Bode qui proposa le nom d'Uranus pour le nouvel astre. Niesten donne des indications sur l'aspect physique d'Uranus, sur son spectre, sur sa révolution autour du Soleil et sur ses satellites.

27. La couleur des étoiles varie-t-elle ? (II, 1881-82, p. 95-101) :

Niesten émet l'avis que, suivant Arago, la variation dans la couleur des étoiles pourrait bien s'expliquer par une illusion dont les lois de l'optique rendent compte et que l'on peut vérifier expérimentalement. Mais, dans les étoiles doubles, les couleurs qui impressionnent si vivement l'observateur par leur contraste sont bien réelles. Niesten indique le moyen de s'en assurer et il rappelle à ce sujet l'observation de Dawes en 1856, lors de l'occultation d'Antérès ( $\alpha$  du Scorpion) par la Lune. Struve cite également deux exemples comme preuves de la réalité de la coloration différente des étoiles doubles. L'auteur examine ensuite si ces colorations peuvent présenter certains changements. Il cite de nombreux exemples concluant à l'affirmative et tendant à prouver que la variabilité constatée dans l'éclat de certains astres peut aussi s'étendre à leur coloration.

28. Des méthodes employées pour déterminer la couleur des étoiles (II, 1881-82, p. 121-126) :

Pendant longtemps les astronomes ont noté par estimation les couleurs des étoiles et ont reconnu la difficulté d'en donner une appréciation exacte. Il faut faire l'éducation de l'œil et une étude exercée des couleurs. De plus, il faut tenir compte des défauts organiques de la vue. Aux difficultés naturelles inhérentes à la sensibilité optique de l'observateur, il faut ajouter celles qui dépendent de la nature de l'instrument employé pour ce genre d'observations et des conditions dans lesquelles ces observations se font. On ne doit pas non plus négliger l'état de l'atmosphère, ni la hauteur de l'astre. De Zach, dans sa *Correspondance astronomique*, tome VII, page VII, indique un procédé pour

l'étude de la coloration des étoiles; Smyth a donné un diagramme chromatique. Les instruments utilisés pour l'étude de la couleur des étoiles sont les spectroscopes, les colorimètres de Zöllner et de Christie. Niesten suggère que le scintillomètre de Ch. Montigny pourra donner le moyen de déterminer la couleur des étoiles.

29. L'axe de rotation de Mercure (II, 1881-82, p. 151-153) :

Niesten signale l'erreur commise dans leurs traités d'astronomie ou dans leurs ouvrages de vulgarisation par des astronomes tels qu'Arago et Petit, Guillemin, Babinet et Flammarion, qui impriment que « Mercure tourne en 24 heures 5 de temps moyen autour d'un axe incliné de 20 degrés environ sur le plan de l'orbite. Or, Schroeter, qu'ils invoquent, dit Niesten, n'a jamais donné ce résultat. Ce n'est pas autour d'un axe incliné à 20° que Mercure tourne en 24 heures 25, mais bien autour d'un axe incliné à 70°. Niesten espère que les auteurs précités feront le sacrifice des idées qu'ils s'étaient formées sur les conditions climatiques de cette planète ».

30. L'histoire d'une étoile (II, 1881-82, p. 157-159) :

Il s'agit de l'étoile de la Croix du Sud, au point de vue du spectre de cette étoile. La conclusion de ce travail est qu'il se pourrait que notre Soleil ait été autrefois un Sirius, soit maintenant un Procyon, et devienne dans la suite un  $\gamma$  de la Croix, hypothèse qui, suivant Niesten, paraît concorder avec certains phénomènes que présentent les étoiles.

31. Comète de Swift (a1881) (II, 1891-82, p. 174) :

Dans cette note, l'auteur donne les éléments de cette comète, d'après Chandler, Copeland, Lohse et Oppenheim. Suivant ce dernier, il s'agirait du retour d'une comète observée en Chine dans les mois de juillet et d'août de l'année 69 avant J.-C., mais, observe Niesten, l'éclat de cette comète vue en 1881 est bien faible et n'égale en rien l'éclat de la comète qui avait attiré l'attention des Chinois.

32. La grande comète de 1881 (II, 1881-82, p. 177-181) :

L'article débute par une citation de Sénèque (*Questions naturelles*), relative aux éclipses de Soleil, de Lune et aux apparitions de comètes. Niesten décrit l'état d'âme de l'homme autrefois et aujourd'hui, à la venue d'une comète. Il donne ensuite la description de la grande comète annoncée par Gould et Cruls, en juin 1881, et qui est la même que celle observée dans les derniers mois de 1807. L'auteur rappelle aussi les détails relatifs aux caractères physiques et aux dimensions réelles de cette comète de 1807.

33. La distance du Soleil à la Terre (II, 1881-82, p. 207-214) :

Il faut connaître la détermination exacte de la parallaxe du Soleil pour en déduire la distance de cet astre à la Terre. En 1881, la parallaxe du Soleil est connue au dixième de seconde, elle est comprise entre 8''8 et 8''9.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, on arriva, à l'aide des lunettes astronomiques, à évaluer la parallaxe solaire à moins de 10 secondes; on trouva cette valeur par la détermination au moyen de la méthode de la parallaxe des planètes : 1<sup>o</sup> par la parallaxe diurne de Mars; 2<sup>o</sup> par les hauteurs de Mars observées en deux endroits différents; 3<sup>o</sup> par les passages de Vénus (1761, 1769 et 1874); 4<sup>o</sup> par diverses méthodes. Le passage de Vénus, en 1882, fixera, dit Niesten, définitivement la valeur de la parallaxe du Soleil au centième près.

34. Jupiter (II, 1881-82, p. 220) :

Aspect physique de la planète Jupiter, le 2 juillet 1881, au matin.

35. Les queues des comètes (II, 1881-82, p. 221-228) :

L. Niesten décrit l'impression produite sur le public par les queues cométaires, encore mal connues des astronomes au point de vue de leur composition physique : seuls les progrès de l'astrophysique vont, dit-il, élucider ce problème. L'auteur fait ensuite des citations d'anciennes comètes, avec ou sans queue; puis il traite de la direction des queues cométaires, de leur formation et de leur variation. Niesten passe ensuite en revue les différentes théories qui ont essayé de les expliquer; il cite l'opinion de Panetius, de Cardan, de Gergonne, de Saigey, de Képler, de Newton, d'Euler, de Laplace, d'Olbers, d'Herschel, de Liais, de Bessel, de Faye, de Flammarion.

Suivant Niesten, le Soleil serait doué à la fois de deux actions, l'une attractive, propre à sa masse, l'autre répulsive, propre à son état électrique (Olbers), magnéti-polaire (Bessel), calorifique (Faye). Selon lui, on ne peut discuter les caractères mécaniques, parce que ces caractères résultent des faits observés.

36. La comète d'Encke (II, 1881-82, p. 340-347) :

Notice consacrée à cette très intéressante comète qui, presque à chaque apparition, a pu être observée et suivie par le calcul pas à pas dans sa marche autour du Soleil. O. Backlund, de Pulkova, avait calculé l'orbite de la comète pour son retour de 1881 (20 août) (24<sup>e</sup> retour de cette comète périodique). Celle-ci a été observée par de nombreux astronomes : pour la première fois par Méchain (1786), à la seconde apparition (1795) par Caroline Herschel; en 1805 (3<sup>e</sup> apparition) par Hirth, en 1848 et en 1871 par Hind, en 1865 par Tebbutt, en 1871 par Carpenter. Cette comète offre un vif intérêt pour les astronomes, car elle présente dans sa marche certaines allures qu'on n'a pu expliquer.

Par le calcul, Encke put établir que la comète de 1818 était identique aux trois précédentes et qu'entre 1786 et 1818 elle avait passé au périhélie sept fois sans avoir été observée. C'est à la suite de ces calculs que les astronomes donnèrent le nom d'Encke à cet astre dont il venait de démontrer la périodicité.

Encke trouva que la période de révolution de la comète (environ 3 1/2 ans) allait sans cesse en diminuant (à chaque apparition 2 h. 22 m.).

(A suivre.)

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*



VIENT DE PARAITRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Edition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHEUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant tous les renseignements élémentaires pour la prévision du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

**Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions**

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

**La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.**



**ANCIENNE MAISON  
S. GECELE**

**D. AVANZO**

**Successeur**

**86, Marché aux Herbes  
BRUXELLES**



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

**Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.**

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES  
pour amateurs et professionnels**

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**

# CIEL ET TERRE

XXXIX<sup>e</sup> Année

## BULLETIN<sup>N<sup>o</sup> 5</sup>

DE LA

# Société belge d'Astronomie

23<sup>e</sup> Année (1923)

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                                                  | Pages          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Astronomie et astronomes.</b>                                                                                                                 |                |
| L'Observatoire astronomique de Pino Torinese, par J. PEISINO. . . . .                                                                            | 1              |
| Un astronome belge : L. Niesten, par AUG. COLLARD. . . . .                                                                                       | 21, 41, 62, 86 |
| Ephémérides astronomiques pour août 1923, par G. COUTREZ. . . . .                                                                                | 176            |
| » » septembre » . . . . .                                                                                                                        | 179            |
| » » octobre » . . . . .                                                                                                                          | 215            |
| » » nov.-décembre » . . . . .                                                                                                                    | 241            |
| » » janvier 1924, » . . . . .                                                                                                                    | 278            |
| Silhouettes d'astronomes contemporaines, par AUG. COLLARD. . . . .                                                                               | 210, 248       |
| L'astronomie et les astronomes (Préface), par AUG. COLLARD. . . . .                                                                              | 291            |
| <b>Bibliographie.</b>                                                                                                                            |                |
| ****. — Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1923. . . . .                                                                                     | 24             |
| BERGET, A. — Le Ciel. . . . .                                                                                                                    | 44             |
| MASCART, J. — Bulletin de l'Observatoire de Lyon. E. D. . . . .                                                                                  | 71             |
| ANDOVER, H. — Cours d'Astronomie. E. D. . . . .                                                                                                  | 72             |
| — Tables logarithmiques à 13 déc. E. D. . . . .                                                                                                  | 72             |
| — Cours de mécanique céleste . . . . .                                                                                                           | 96             |
| BOHR, NIELS. — Les spectres et la structure de l'atome. A. B. . . . .                                                                            | 221            |
| METEOROLOGICAL OFFICE, n <sup>o</sup> 236, 1923. — The book of Normals of Meteorological Elements of British Islands. E. L. . . . .              | 258            |
| — N <sup>o</sup> 258, 1923. — Annual Report of the Meteorological Committee to the Air Consl for the year ended 31 March 1923. E. L. . . . .     | 239            |
| LACOSTE, J. — Contribution à la prévision du temps par les sondages aérologiques et les parasites atmosphériques (thèse). J. J. . . . .          | 259            |
| SPARN, E. — Primer suplemento al Catalogo universal de Revistas de Ciencias exactas. AUG. COLLARD. . . . .                                       | 292            |
| BROOKS, C. — Variations in the levels of the central African Lakes. METEOROLOGICAL OFFICE, n <sup>o</sup> 20, Geophysical Memoirs. E. L. . . . . | 293            |
| CHREE, C. — Absolute daily range of magnetic declination at Kew. METEOROLOGICAL OFFICE, n <sup>o</sup> 22, Geophysical Memoirs. E. L. . . . .    | 293            |
| GABBA, E. — L'escursione diurna della declinazione magnetica a Milano. Osservatorio di Brera 1901-1920 — E. L. . . . .                           | 293            |
| STRÖMGREN, Ellis. — Astronomische Miniaturen, E. L. . . . .                                                                                      | 293            |

### Biographies

|                                                                     |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| Louis Niesten, 1844-1920, par A. COLLARD ( <i>suite</i> ) . . . . . | 21, 42, 62, 86 |
| A. A. Michelson. E. L. . . . .                                      | 130            |
| Angström, 1857-1910, par A. COLLARD . . . . .                       | 210, 248       |
| Violle, 1841-1923, par A. COLLARD. . . . .                          | 253            |
| A. Favaro. E. L. . . . .                                            | 288            |

### Comètes.

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Comète Baade. E. D. . . . .     | 70  |
| Comète supposée. E. D. . . . .  | 128 |
| Nouvelle comète. E. D. . . . .  | 254 |
| Nouvelles comètes. E. D.. . . . | 281 |

### Eclipses.

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Eclipse partielle de Lune du 3 mars 1923. E. D.. . . .             | 70  |
| Eclipse de Soleil. E. D. . . . .                                   | 94  |
| Eclipse de Lune du 3 mars 1923. M. H. . . . .                      | 151 |
| Les prochaines éclipses solaire et lunaire. M. H. et E. L. . . . . | 172 |

### Etoiles.

|                                                                           |         |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| Etoile double massive. E. D.. . . .                                       | 70      |
| $\beta$ Ceti variable. E. D. . . . .                                      | 70      |
| Magnitude absolue de R. Z. Céphei. E. D. . . . .                          | 70      |
| Etoile 77 du Verseau. M. U.. . . .                                        | 91      |
| Variable R. Verseau. M. U.. . . .                                         | 91      |
| Occultation par Jupiter. E. D. . . . .                                    | 94      |
| Occultations par la Lune. E. D. . . . .                                   | 94      |
| Sur l'organisation internationale de l'observation des étoiles variables. |         |
| FÉLIX DE ROY . . . . .                                                    | 97, 129 |
| $\beta$ Ceti. E. D. . . . .                                               | 122     |
| Etoile variable. E. D. . . . .                                            | 127     |
| Nova Cygni 1923. E. D. . . . .                                            | 127     |
| Nouvelle variable dans la constellation du Cygne. M. H. . . . .           | 150     |
| Période de X Monocerotis. E. D. . . . .                                   | 220     |
| Nova Messier 83 E. D. . . . .                                             | 220     |
| Nova Sagittarii, 1917, 5. E. D. . . . .                                   | 221     |
| $\Gamma$ Licorne et $\xi$ Gémeaux. E. D. . . . .                          | 221     |
| Variables. E. D. . . . .                                                  | 255     |
| $\beta$ Ceti. E. D. . . . .                                               | 255     |
| Etoile à fort mouvement propre. E. D.. . . .                              | 255     |
| Etoile à spectre variable. E. D. . . . .                                  | 256     |

### Magnétisme.

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| La variation du champ magnétique terrestre avec l'altitude, par A. Po- |     |
| CHETTINO . . . . .                                                     | 34  |
| Magnétisme. E. D. . . . .                                              | 250 |
| La variation diurne de la déclinaison à Kew et la période Schwabe-     |     |
| Wolf. E. L.. . . .                                                     | 285 |
| La déclinaison magnétique à Milan, 1901-1920, et la période Schwabe-   |     |
| Wolf. E. L. . . . .                                                    | 281 |

### Météorologie.

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| La foudre et les pointes des feuillages, par V. SCHAFFERS, S. J. . . . . | 8  |
| Prévisions du temps et stations synoptiques au Grönland. L. R. . . . .   | 23 |
| Prévisions du temps et radiotéléphonie. J. J. . . . .                    | 60 |

|                                                               | Pages. |
|---------------------------------------------------------------|--------|
| J.-C. Houzeau, météorologiste. E. L. . . . .                  | 95     |
| L'année météorologique 1922 . . . . .                         | 111    |
| Un intéressant météore. M. H. . . . .                         | 150    |
| Le Congrès aéronautique international. A. de D. . . . .       | 182    |
| L'orage du 9 juillet 1923 à Londres, par M. GIBLETT . . . . . | 225    |

#### Observatoires.

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| L'Observatoire astronomique de Pino-Torinese, par J. PEISINO. . . . . | 1   |
| Séances pratiques à l'Observatoire de la Société. E. D. . . . .       | 254 |

#### Nébuleuses.

|                                           |                           |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Les Nébuleuses, par A. BOUTQUIN . . . . . | 30, 58, 75, 102, 133, 198 |
|-------------------------------------------|---------------------------|

#### Relativité.

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| La relativité restreinte et M. Bergson. E. L. . . . . | 46 |
|-------------------------------------------------------|----|

#### Sismologie.

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sisme à Soria (Abruzzes). L. R. . . . .                                      | 23  |
| Sur quelques types d'accéléromètres sismiques, par G. AGAMENNONE . . . . .   | 137 |
| Sismologie et volcanisme au Guatemala, par E. LAGRANGE . . . . .             | 172 |
| Phénomènes sismiques et volcaniques au Guatemala, par J. VANDE PUTTE. 1 à 91 | 189 |
| Institut de Physique du Globe de Strasbourg. E. L. . . . .                   | 289 |

#### Soleil.

|                                                                                                    |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Eclipse de Soleil. E. D. . . . .                                                                   | 94       |
| Passages de Mercure en 1924. M. K. . . . .                                                         | 125      |
| Les prochaines éclipses lunaire et solaire. M. H. et E. L. . . . .                                 | 172      |
| Le champ du rayonnement solaire et les recherches de M. A. NODON. E. L. . . . .                    | 186      |
| Les ultraradiations solaires et la radioactivité, par A. NODON . . . . .                           | 204, 232 |
| Scylla et Charybde, par ELLIS STRÖMGREN . . . . .                                                  | 269      |
| Observations de la lumière zodiacale. W. QUIGNON . . . . .                                         | 277      |
| Les variations de niveau des lacs africains et la période Schwabe-Wolf. E. L. . . . .              | 283      |
| La variation diurne de la déclinaison à Kew et la période Schwabe-Wolf. E. L. . . . .              | 285      |
| La déclinaison magnétique à Milan (Bréza) de 1901 à 1920 et la période Schwabe-Wolf. E. L. . . . . | 287      |

### TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

|                                                                                                                         |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| AGAMENNONE, G. — Sur quelques types d'accéléromètres sismiques. . . . .                                                 | 137                       |
| BAAR, ARM. — La réforme du calendrier. . . . .                                                                          | 146, 164                  |
| BOUTQUIN, A. — Les Nébuleuses ( <i>suite</i> ). . . . .                                                                 | 30, 58, 75, 102, 133, 198 |
| COLLARD, AUG — Un astronome belge : L. Niesten. . . . .                                                                 | 21, 41, 62, 86            |
| — Silhouettes d'astronomes contemporains. . . . .                                                                       | 210, 248                  |
| — Nécrologie . . . . .                                                                                                  | 253                       |
| COUTREZ, G. — Ephémérides astronomiques pour août, septembre, octobre, novembre, décembre 1923 et janvier 1924. . . . . | 176, 179, 215, 241, 278   |
| DE ROY, F. — Sur l'organisation internationale de l'observation des étoiles variables. . . . .                          | 97, 129                   |
| DITISHEIM, P. — Le centenaire de Bréguet . . . . .                                                                      | 153                       |
| GHEURY DE BRAY. — Région commune à l'astronomie et à la géodésie . . . . .                                              | 143                       |
| GIBLETT, A. — L'orage du 9 juillet 1923 à Londres. . . . .                                                              | 225                       |
| HAUPTMANN, MAX. — Une révolution dans le domaine de nos connaissances planétaires . . . . .                             | 167                       |
| — La découverte de vapeurs de calcium dans la Voie lactée . . . . .                                                     | 228                       |
| — Le vide interplanétaire . . . . .                                                                                     | 265                       |

|                                                                                                                               | Pages.   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| JAUNOTTE, J. — Sur le déplacement du zéro dans l'électromètre de Mascart<br>(suite et fin)                                    | 14, 36   |
| LAGRANGE, E. — Sismologie et volcanisme au Guatemala . . . . .                                                                | 175      |
| — Arthur Boutquin.                                                                                                            | 261      |
| NAVARO-NEUMANN, M. S., S. J. — Le symmétéoroscope Hurtado . . . . .                                                           | 73       |
| NODON, Alb. — Les ultraradiations solaires et la radioactivité . . . . .                                                      | 204, 232 |
| PEISINO, J. — L'Observatoire astronomique de Pino Torinese . . . . .                                                          | 1        |
| QUIGNON, Dr G. — Observations de Jupiter en 1922 . . . . .                                                                    | 84       |
| — Observation de la lumière zodiacale . . . . .                                                                               | 277      |
| — Etoile filante . . . . .                                                                                                    | 277      |
| SACCÒ, Fed. — Les révolutions du Globe . . . . .                                                                              | 53, 79   |
| SCHAFFERS, P. S. J. — La foudre et les pointes des feuillages. . . . .                                                        | 8        |
| SELIGMANN, Col. A. E. M. — La toise de Belgique . . . . .                                                                     | 25, 40   |
| STRÖMGREN, Ellis. — Scylla et Charybde. . . . .                                                                               | 269      |
| TIBERGHIEN, Alb. — Les mémoires historiques de la carte de Ferraris : L'explosion de la poudrière de Malines en 1546. . . . . | 196      |
| VAN DE PUTTE, J. — Phénomènes sismiques et volcaniques au Guatemala (en annexes aux Bulletins) . . . . .                      | 1 à 91   |

## FIGURES.

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Palais Madama. L'Observatoire (Turin) . . . . .                   | 2   |
| 2. Vue d'ensemble de l'Observatoire de Pino Torinese . . . . .       | 5   |
| 3. Cuvette de l'électromètre Mascart . . . . .                       | 15  |
| 4. Surface du liquide . . . . .                                      | 16  |
| 5. Idem. . . . .                                                     | 17  |
| 6. Examen ultra-microscopique . . . . .                              | 19  |
| 7. Grosses poussières et canaux . . . . .                            | 20  |
| 8. Toise du Pérou . . . . .                                          | 28  |
| 9. » de Bessel . . . . .                                             | 28  |
| 10. » nos 9 et 10. . . . .                                           | 28  |
| 11. Raies de Fraunhofer . . . . .                                    | 61  |
| 11. Synmétéoroscope Hurtado. . . . .                                 | 73  |
| 12. Idem . . . . .                                                   | 74  |
| 13. Aspect lunaire . . . . .                                         | 109 |
| 1* Vitesse du vent à Uccle, 1922. . . . .                            | 112 |
| 2* Fréquence des vents . . . . .                                     | 113 |
| 3* Idem . . . . .                                                    | 114 |
| 4* Baromètre à Uccle, 1922 . . . . .                                 | 115 |
| 5* Température à Uccle, 1922 . . . . .                               | 115 |
| 6* Précipitations à Uccle, 1922 . . . . .                            | 116 |
| 7* Insolation à Uccle, 1922 . . . . .                                | 117 |
| 8* Idem . . . . .                                                    | 118 |
| 13bis. Accéléromètres . . . . .                                      | 139 |
| 14. Idem . . . . .                                                   | 141 |
| 15. Idem . . . . .                                                   | 141 |
| 16. Chronomètre de Bréquet . . . . .                                 | 153 |
| 17, 18, 19. Montre de Marie-Antoinette . . . . .                     | 158 |
| 20. Chronomètre de poche. . . . .                                    | 159 |
| 21, 22, 23. Montre du duc de Praslin . . . . .                       | 161 |
| 24. Hictographe et barographe (Orage de juillet à Londres) . . . . . | 227 |
| 25. Actions photogéniques du radium . . . . .                        | 233 |

## PLANCHE.

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Portrait de M. A. Boutquin . . . . . | 261 |
|--------------------------------------|-----|

GIFT  
JUL 13 1932

Janvier 1923



BULLETIN

DE LA

*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE



# SOMMAIRE

|                                                                                                               | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>L'Observatoire astronomique de Pino-Torinese (Turin)</i> , par Jean Peisino.                               | 1     |
| <i>La foudre et les pointes des feuillages</i> , par V. Schaffers, S. J.                                      | 8     |
| <i>Sur le déplacement du zéro dans l'électromètre enregistreur de Mascart</i> (suite), par J. Jaumotte.       | 14    |
| <i>Un astronome belge : Louis Niesten (1844-1920)</i> (suite), par Aug. Collard.                              | 21    |
| <i>Notes : Sisme à Sorà (Abruzzes).</i> — Préviation du temps et stations synoptiques au Groenland, par L. R. | 23    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                         | 24    |

---

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

---

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BÉTHUNE**, **A. BRACKE**, **H. CHARBONNEAU**, **L. FREDERICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.





## Bulletin de la Société belge d'Astronomie

---

### L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE PINO-TORINESE (TURIN).

#### Notes historiques.

La première station astronomique de Turin fut une œuvre privée. Elle fut fondée par l'illustre Jean Beccaria, et installée sur une maison contiguë à la place Castello. L'installation, améliorée par l'abbé Valperga de Caluso, devint par la suite l'Observatoire royal du Palais de l'Académie des Sciences. En 1820, il fut déplacé. Sur les instances de Jean Plana et avec l'assentiment du roi Victor-Emmanuel I<sup>er</sup>, l'institution prit le titre d'Observatoire royal de l'Université de Turin. Il fut installé sur les très solides tours du Palais Madama situé au centre de la ville, dans la partie la plus élevée de celle-ci, position jugée alors très favorable pour les observations.

La valeur scientifique des deux fondateurs, Beccaria et Valperga, illustre les débuts de l'Observatoire, mais leur gloire est éclipsée par la grande figure de Plana, que l'on se plaît à citer comme le plus grand mathématicien et astronome italien de l'époque moderne et

dont les observations astronomiques et les mémoires font toujours l'admiration des savants.

Jean-Antoine-Amédée Plana naquit à Voghera, près d'Alexandrie, le 8 novembre 1781. Admis comme élève vers la fin de l'année 1800, à l'École polytechnique, il s'y fit remarquer par sa vive intelligence et, à sa sortie le 3 mai 1803, il fut nommé professeur de mathématiques à l'École d'artillerie d'Alexandrie (1). Il s'y forma à l'art difficile de l'enseignement et s'y livra à des travaux scientifiques nombreux qui se

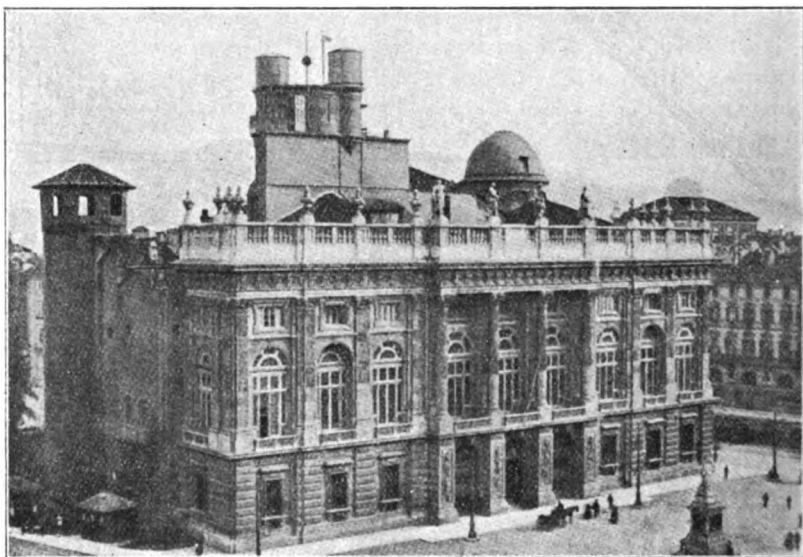


FIG. 1. — Palais Madama. — L'Observatoire.

font remarquer par la pureté des formes analytiques, par la rigueur des déductions et par la grande clarté qui était le caractère propre de son esprit. Fixé ensuite à Turin, comme directeur de l'Observatoire, il s'occupa d'améliorer l'outillage. Il installa un cercle de trois pieds de diamètre, acquis par l'Académie des Sciences de Turin en 1820, cercle semblable à celui dont Bessel se servait à l'Observatoire de Koenigsberg et construit à Munich par Reichenbach.

Cet instrument lui servit à une première série d'observations astro-

---

(1) Alexandrie était alors chef-lieu d'un département français.

nomiques d'où il tira ses importantes *Réflexions sur les différentes formules relatives au calcul de la réfraction astronomique*. C'est le premier d'une longue série de mémoires importants dont le principal est sa *Théorie de la Lune*. Il compléta l'outillage par l'adjonction d'un chercheur de comètes de Urtschneider, d'un cercle vertical d'Ertel, de deux lunettes de Dollond, de quatre théodolites, d'un sextant, de deux pendules, de deux chronomètres et d'autres instruments de physique et de météorologie.

Presque tous les travaux de Plana ont été publiés dans les *Annales de l'Académie des Sciences de Turin* (2<sup>e</sup> série, vol. VI à XX).

Jean Plana mourut le 20 janvier 1864; le professeur Alexandre Dorna fut appelé à lui succéder à la tête de l'Observatoire. Sa direction fut marquée par le souci constant de maintenir le renom de l'établissement en apportant les améliorations réclamées par les progrès successifs de la science. En 1873, l'Observatoire du Palais Madama fut agrandi et doté d'une nouvelle coupole de 8 mètres de diamètre. On y monta l'équatorial de Fraunhofer muni d'un spectroscope de Zöllner. En 1885, un an à peu près avant sa mort, Dorna compléta l'outillage par l'achat d'un excellent réfracteur équatorial de Merz-Cavignato, de 30 centimètres d'ouverture. Ce dernier instrument reçoit actuellement quelques perfectionnements et est appelé à rendre encore de grands services.

Porro prit la direction de l'Observatoire en 1886, et son passage est marqué également par l'acquisition d'instruments perfectionnés, dont une petite lunette méridienne de Repsold et un équatorial de Steinheil de 18 centimètres d'ouverture et destiné à l'observation des étoiles variables.

L'Observatoire sur le Palais Madama n'offrait plus d'aussi bonnes conditions d'observations. Par suite de l'extension de l'industrie locale et du commerce, l'Observatoire était entouré de nombreuses cheminées et environné de chemins de fer, causes de trépidations continues des bâtiments. De plus, le grand éclat des lumières de la ville rendait presque impossible les travaux de haute précision réclamés par les recherches astronomiques modernes. Porro mit donc tout en œuvre pour faire reconnaître par les pouvoirs intéressés la situation défavorable de l'établissement et obtenir son transfert dans un site plus approprié. Ses recherches à ce sujet portèrent son choix sur la colline de Pino-Torinese, suffisamment voisine de la ville et dont le sommet se trouve à 620 mètres au-dessus du niveau de la mer. Des difficultés

pécuniaires firent cependant ajourner le déplacement de l'Observatoire et le successeur provisoire de Porro, le Dr Balbi, dut se contenter d'apporter aux installations existantes les mesures de conservation nécessaires. En 1903, le Prof. Jean Boccardi, directeur actuel, fut appelé à la tête de l'Observatoire, en même temps qu'on le nommait professeur d'astronomie à l'Université. Il s'attacha, par une activité toujours en éveil, à faire revivre l'établissement. Il commença la publication de l'*Annuario astronomico*, contenant, outre les positions moyennes et apparentes de 452 étoiles de la liste de la Connaissance des Temps et de 5 circompolaires, la liste des phénomènes astronomiques, des tables de calculs, ainsi que des notes et mémoires astronomiques rédigés personnellement et par des astronomes de l'Observatoire. D'un autre côté, reprenant et améliorant le projet du transfert des installations, il sut, par des efforts opiniâtres, vaincre les résistances rencontrées dans la mise à exécution de ces projets. Qu'il nous suffise de signaler, pour expliquer ces difficultés, que l'accord à réaliser intéressait à la fois : le Ministère de l'Instruction, la Province, la Ville de Turin, le Conseil supérieur des Travaux publics, le Conseil supérieur forestier, et que la question pécuniaire dominait le tout plus impérieusement encore que du temps de Porro.

Cinq ans de lutte eurent raison des obstacles et le 20 juin 1910, M. Boccardi eut la joie de voir le projet de loi approuvé pour la construction du nouvel Observatoire. Les travaux commencés immédiatement furent terminés en 1913.

### **Le nouvel Observatoire de Pino-Torinese.**

La colline sur laquelle est érigée le nouvel Observatoire est voisine du village de Pino, à 620 mètres d'altitude et à 10 kilomètres de la ville de Turin. Le choix a résulté des conditions réalisées par ce site : grande tranquillité, horizon bien dégagé, solidité du terrain, facilité de communication, et transparence de l'atmosphère.

Les bâtiments comprennent deux grands corps de logis ; l'un sert d'habitation au directeur et à l'astronome et comprend également les locaux de la bibliothèque et les bureaux de calculs, l'autre sert d'habitation aux autres membres du personnel de l'Observatoire et comprend, en plus, l'atelier de mécanique.

Les pavillons des instruments sont au nombre de huit, distribués sur toute la longueur (380 mètres) de la colline, de manière à assurer

à chaque instrument un horizon entièrement libre. Les piliers prennent leurs assises directement sur le massif rocheux extrêmement stable. L'équatorial Merz-Cavignato de 30 centimètres d'ouverture et 4<sup>m</sup>50 de longueur focale est abrité par une majestueuse coupole sphérique de 11 mètres de diamètre, à revêtement de carton pierre, exécutée par la firme Cook, de York. La légèreté de cette coupole en rend le manie-ment très facile. Les dimensions ne sont pas proportionnées à celles de l'instrument qui s'y trouve actuellement, mais le pavillon a été prévu pour recevoir un équatorial moderne de grandeur adéquate dont l'acquisition est espérée.

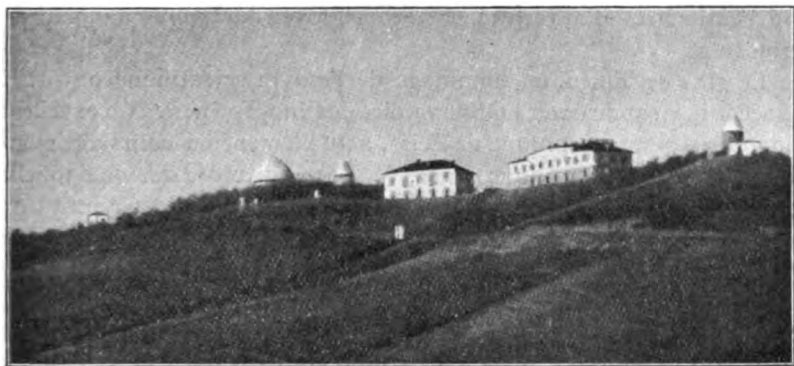


FIG. 2. — Vue d'ensemble de l'Observatoire de Pino-Torinese.

En attendant cet événement, M. Latini, mécanicien de précision attaché à l'Observatoire, s'occupe d'apporter à l'équatorial de Cavi-gnato les modifications nécessitées par une utilisation rationnelle et l'instrument va servir à l'observation des comètes et de petites planètes. L'amélioration principale consiste dans un moteur élec-trique pour actionner le mouvement horaire.

L'Observatoire possède deux instruments méridiens. L'un de ceux-ci est un cercle méridien moderne de Bamberg de 96 millimètres d'ou-verture et 92 centimètres de longueur focale. Le cercle de déclinaison a 40 centimètres de diamètre. C'est avec cet instrument que M. Boc-cardi détermina en 1909-10 la latitude de l'ancien Observatoire de Turin. De 1909 à 1912, il fit aussi à cet instrument 10 000 observa-tions en déclinaison pour son catalogue de 600 étoiles.

Le second instrument méridien est le vieux cercle de Reichenbach amélioré de façon à en annuler la flexion et doté de quatre microscopes pour remplacer les verniers primitifs. De 1904 à 1908, le professeur Boccardi, à Turin, y fit 12 000 observations d'ascension droite. Après lui, les Drs Balbi et Horn y ont effectué 3 000 observations d'ascension droite pour les étoiles de repère de la zone de la carte du ciel attribuée à Catane. Le Dr Favaro fit aussi à cet instrument des observations de déclinaison en 1913-14.

Un petit instrument de passages de Repsold et d'autres instruments de moindre importance, anciennement à Turin, se trouvent actuellement à Pino-Torinese, de même que l'équatorial de Steinheil de 16 centimètres d'ouverture et à court foyer dont nous avons parlé plus haut.

La ville de Turin, en hommage de l'œuvre scientifique de M. J. Boccardi, vient de doter l'Observatoire de Pino-Torinese d'un excellent équatorial photographique de Zeiss, actuellement en cours de montage. L'œuvre scientifique de M. J. Boccardi est vaste, elle touche plusieurs branches de la science astronomique et nécessiterait trop de développements pour que nous en donnions un résumé complet. Nous nous bornerons donc à parler plus spécialement de la partie des travaux de M. Boccardi traitant des *variations de la latitude*. Les importantes découvertes qu'il a faites dans ce domaine lui ont valu le prix *Valz* qui lui a été décerné en 1916 par l'Académie des Sciences de Paris.

Les recherches sur les variations de la latitude constituent la grosse part du programme de travail de l'Observatoire de Pino-Torinese. Elles commencèrent le 28 mars 1912, le pavillon du *premier vertical* situé à l'extrémité W. de la colline ayant reçu un instrument de passages de Bamberg, prêté par l'Association géodésique de Potsdam. Cet instrument fit place en décembre 1912 à un autre instrument de Bamberg, de 10 centimètres d'ouverture et construit spécialement pour l'Observatoire. Les observations de latitude sont faites systématiquement suivant la méthode de Struve, les quatre étoiles choisies étant  $\beta$  Cocher,  $\psi$  Grande-Ourse,  $\delta$  Cygne et  $\alpha$  Cygne culminant à une ou deux minutes du zénith. Une première série comportant 1 950 observations fut terminée le 30 mars 1917. Ces observations se répartissent en 413 pour  $\beta$  Cocher et respectivement 400, 525 et 612 observations pour les trois autres étoiles. Elles ont été effectuées par M. Boccardi et par M. le Dr Chelli, assistant, et en petite partie par M<sup>lle</sup> Castelli,

assistante. La discussion de cette première série conduit à des résultats très importants, concernant une variation à courte période due à l'action de la Lune, variation conforme à la théorie, mais d'une amplitude bien plus forte. La durée de cette période, affirmée de plus en plus à mesure que les observations ont été plus précises, est de 14 jours environ et quant à l'amplitude elle s'obtient en multipliant par 10 les déviations théoriques calculées avec la formule suivante, qui convient à la latitude géographique de 45°.

$$\gamma \cos \alpha = \frac{3}{2} \frac{M'}{M} \frac{R_m^3}{\Delta^3} (\sin^2 t \cos^2 \delta - \sin^2 \delta) \quad (a)$$

où  $\gamma$  est la déviation cherchée dans le méridien,  $\alpha$  l'azimut du plan de la déviation,  $M$  et  $M'$  les masses de la Terre et de la Lune,  $R_m$  le rayon terrestre moyen,  $\Delta$  la distance du centre de la Lune à celui de la Terre à l'instant de l'observation.  $t$  et  $\delta$  l'angle horaire et la déclinaison de la Lune.

Les détails de ces recherches ont été publiés d'année en année (1) et l'on y voit se préciser successivement les observations elles-mêmes et en même temps s'accroître la certitude des importants résultats (2) qui confirment les conclusions des recherches théoriques de Darwin, Tisserand, Poincaré.

Un résumé statistique des séries d'observations a été publié dans le *Bulletin astronomique*, t. XXXV, 1918. Ce résumé est accompagné d'une planche donnant les deux diagrammes qui montrent la correspondance qui existe, pour la période et la phase, entre les variations observées et les déviations calculées au moyen de la formule (a). Je rappellerai enfin un travail important de M. Boccardi, publié en 1920 (3), où il conclut à l'existence d'une nouvelle variation systématique de la latitude, dont la période est d'environ un jour sidéral. La base de ce travail est la série de 344 observations poursuivie au premier vertical du 4 juillet 1919 au 13 mars 1920.

(1) G. BOCCARDI *La variazione delle Latitudini e le osservazioni di Pino-Torinese*. Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei, vol. XXXII.

Id., série II, vol. I.

G. BOCCARDI. *La Latitudine di Pino-Torinese*, nel 1915 (Torino, 1916).

Id., nel 1916-17 (Torino, 1918).

(2) Voir *Annuaire de la Société météorologique de France*. 1887, 1889, 1895.

(3) J. BOCCARDI, *Recherches faites à l'Observatoire de Pino-Torinese sur une variation diurne de la latitude en 1919-20*. — Turin, 1920.

Pour ces observations, portant sur dix étoiles, trois observateurs se succédaient au cours de la nuit.

Les résultats remarquables obtenus sont dus à la situation éminemment favorable de l'Observatoire au point de vue de la stabilité du sol et de la pureté de l'atmosphère, et également aux soins minutieux apportés par M. Boccardi et son personnel à la détermination des constantes instrumentales, à la détermination des différences d'équation personnelle et à l'étude très serrée de l'instrument lui-même.

Lors de la seizième conférence de l'Association géodésique internationale, le professeur Albrecht avait reconnu que la situation de l'Observatoire de Pino-Torinese était très favorable aux recherches sur la variation des latitudes tant au point de vue des conditions atmosphériques qu'au point de vue de la position géographique.

7 novembre 1922.

JEAN PEISINO,

*Astronome-assistant à l'Observatoire de Pino-Torinese.*

---

## LA FOUDRE ET LES POINTES DES FEUILLAGES

On s'est souvent demandé à quoi tient la préférence de la foudre pour certains arbres. Dans tous les pays où des statistiques ont été faites qui indiquent le pourcentage des diverses espèces dans le total des coups de foudre, on constate la prédominance générale d'un petit nombre d'essences. Le chêne et le peuplier figurent presque toujours au premier rang; les résineux viennent ensuite et même, dans certains pays, prennent la tête. Nous donnons plus loin les pourcentages obtenus dans les relevés les plus dignes de confiance, empruntés surtout à l'excellent Mémoire (1) de M. E. Vanderlinden, de l'Institut Royal Météorologique de Belgique, et pour une part aussi à la brochure plus récente (2) de E. Stahl. Dans le premier de ces travaux on trouvera aussi un très bon exposé historique, bibliographique et critique de la question.

La conclusion vers laquelle penche l'auteur est que les préférences apparentes de la foudre tiennent moins aux propriétés spécifiques des

---

(1) « La Foudre et les arbres », *Annales météorologique des l'Observatoire royal de Belgique*, 1907.

(2) *Die Blitzgefährdung der verschiedenen Baumarten.* — Iéna, 1912.



diverses essences (degré de conductibilité électrique, feuillage plus ou moins garni de poils qui laissent écouler l'électricité, racines pivotantes, etc.). qu'à des causes générales, telles que la hauteur exceptionnelle des arbres, leur mode de plantation isolée ou en rangs près des maisons ou le long des routes, la proximité de ruisseaux ou de terrains humides, etc.

Parmi les propriétés spécifiques invoquées parfois, il en est une qui semble aisée à mesurer : c'est le pouvoir de déperdition par les pointes. Pourtant, cette mesure n'a guère été essayée jusqu'à présent : je n'en connais aucun exemple. Cela peut paraître d'autant plus surprenant, que la propriété dont il s'agit se rattache à une conception fort répandue, qui joue un rôle important dans l'idée qu'on se fait du fonctionnement d'un paratonnerre. On sait que les pointes livrent passage à une décharge silencieuse, qui commence d'autant plus tôt que les pointes sont plus fines. Partant de là, on s'est figuré qu'à l'approche d'un nuage orageux les courants de pointe dégagent des quantités d'électricité considérables de signe contraire à celui du nuage. Ces courants auraient pour effet de neutraliser le nuage, au moins partiellement, et ainsi de rendre moins fréquents et moins destructeurs les coups de foudre. Remarquons en passant que cette vieille croyance est fort discutable en principe : on peut tout aussi bien se demander, d'après les idées modernes, si la traînée d'ions ainsi lancée à la rencontre du nuage ne favoriserait pas plutôt la formation de la décharge. On se persuadait donc que les arbres les mieux à l'abri des atteintes de la foudre devaient être ceux dont les feuillages présentent une tranche aiguë, dentelée, ou encore de ces poils fins qui caractérisent certaines essences.

J'ai entrepris, au mois d'août dernier, d'examiner à ce point de vue le feuillage de la plupart des essences usuelles. La méthode suivie a été, en principe, celle qui est depuis longtemps en usage dans les laboratoires pour étudier les décharges lentes sur les pointes métalliques. Une feuille normale, saine et fraîchement détachée de l'arbre était fixée par son pétiole sur un support isolant, de manière à laisser une distance de 2 centimètres entre sa pointe et un disque métallique également isolé, qu'on chargeait positivement au moyen d'une machine statique. Le pôle négatif de cette machine était mis à la terre, et la feuille en expérience, de son côté, était reliée à la terre par l'intermédiaire d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval très sensible. Enfin, un voltmètre de précision (voltmètre Wulf à fil double) permettait de suivre la montée du potentiel.

Ce qui nous intéressait spécialement, c'était le potentiel initial, c'est-à-dire celui qui correspondait au moment précis où commençait le courant de décharge sur la feuille. On le reconnaissait immédiatement à la déviation du galvanomètre. Ce sont les valeurs en volts lues au moment où s'observait cette déviation initiale qui sont portées dans le tableau suivant. Chaque nombre du tableau est, en général, la moyenne des mesures faites sur trois feuilles, les mesures sur chacune d'elles étant répétées elles-mêmes trois ou quatre fois. On trouve, comme il fallait s'y attendre, des différences individuelles assez importantes dans une même espèce; entre feuilles plus ou moins fraîches, il s'en rencontre de bien moindres qu'on n'aurait pu en prévoir.

Enfin, il convient de remarquer encore que les potentiels qui ont servi à former le tableau ne sont pas ceux de première décharge, mais ceux des décharges subséquentes, qui ont lieu, comme on sait, à un potentiel un peu inférieur à celui de la première. Ceci, parce qu'il eût été trop onéreux de prendre des moyennes en revenant constamment aux conditions de la première décharge; tandis qu'il était aisé, au contraire, de multiplier les mesures sur les décharges consécutives. Cela n'a pas d'importance, évidemment, au point de vue des comparaisons que nous avons en vue ici. Il n'y aurait lieu d'en tenir compte que si on voulait établir, avec toute l'exactitude possible, un tableau de valeurs absolues.

En regard de ces potentiels de décharge négatifs rangés par ordre de grandeur décroissante, nous avons porté dans le tableau le pourcentage des coups de foudre observés en Belgique de 1884 à 1906, d'après M. Vanderlinden, et les résultats analogues obtenus pour la Styrie et la Carinthie par Prohaska (cité par M. Vanderlinden). Les peuplements sont très différents dans ces deux pays; mais certaines caractéristiques très nettes se retrouvent dans toutes les statistiques et permettent de conclure sans hésiter que l'explication des préférences de la foudre par les propriétés des pointes est insoutenable.

| % en Belgique<br>sur 1,101 cas. | Potentiels initiaux négatifs<br>(Volts) | % en Styrie-Carin-<br>thie sur 717 cas. |
|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Peuplier . . . . 55,6           | Aulne . . . . 10550                     | Résineux . . 41                         |
| Chêne . . . . 13,9              | Vigne . . . . 8880                      | Chêne . . . 21,1                        |
| Orme . . . . 7,0                | Robinier . . . . 8190                   | Peuplier . . 10,9                       |
| Résineux . . . . 6,8            | Noyer . . . . 8150                      | Poirier . . . 8,4                       |
| Hêtre . . . . 3,8               | Chêne . . . . 7850                      | Tilleul . . . 3,3                       |

|                     |     |                     |      |                    |     |
|---------------------|-----|---------------------|------|--------------------|-----|
| Poirier . . . . .   | 2,7 | Laurier . . . . .   | 7800 | Châtaignier        | 2,7 |
| Saule . . . . .     | 1,5 | Châtaignier . . . . | 7740 | Cerisier . . . . . | 2,2 |
| Frêne . . . . .     | 1,3 | Pommier . . . . .   | 7380 | Frêne . . . . .    | 2,1 |
| Tilleul . . . . .   | 1,2 | Peuplier . . . . .  | 6950 | Noyer . . . . .    | 2   |
| Pommier . . . . .   | 1,1 | Marronnier d'Inde   | 6900 | Pommier . . . . .  | 1,5 |
| Robinier . . . . .  | 1,1 | Platane . . . . .   | 6750 | Saule . . . . .    | 1,3 |
| Cerisier . . . . .  | 1,0 | Cerisier . . . . .  | 6660 | Hêtre . . . . .    | 0,8 |
| Noyer . . . . .     | 0,7 | Prunier . . . . .   | 6310 | Prunier . . . . .  | 0,7 |
| Bouleau . . . . .   | 0,5 | Bouleau . . . . .   | 6000 | Bouleau . . . . .  | 0,6 |
| Marronnier d'Inde   | 0,5 | Hêtre . . . . .     | 5860 | Orme . . . . .     | 0,4 |
| Sorbier . . . . .   | 0,5 | Erable Sycomore.    | 5600 | Erable . . . . .   | 0,3 |
| Prunier . . . . .   | 0,4 | Orme . . . . .      | 5560 | Pêcher . . . . .   | 0,1 |
| Châtaignier . . . . | 0,3 | Sureau . . . . .    | 5540 | Sureau . . . . .   | 0,1 |
| Aubépine . . . . .  | 0,1 | Aubépine . . . . .  | 5410 | Sumac . . . . .    | 0,1 |
| Aulne . . . . .     | 0,1 | Frêne . . . . .     | 5000 | Aulne . . . . .    | 0,1 |
| Platane . . . . .   | 0,1 | Sorbier . . . . .   | 4970 | Robinier . . . . . | 0,1 |
| Vigne . . . . .     | 0,1 | Poirier . . . . .   | 4930 | Vigne . . . . .    | 0,1 |
|                     |     | Saule . . . . .     | 4930 |                    |     |
|                     |     | Résineux . . . . .  | 4470 |                    |     |
|                     |     | Tilleul . . . . .   | 4110 |                    |     |

Les potentiels inscrits dans cette liste pour les Peupliers et les Résineux sont les moyennes des chiffres obtenus sur plusieurs espèces. En voici le détail : Tremble, 7,430 volts; Peuplier d'Italie, 7,220; Canada, 6,460; Pin sylvestre, 4,770; Epicéa, 4,410; Mélèze, 4,240. Citons encore l'If, avec 5,170 volts; le Houx, avec 4,520; l'herbe avec 2,490.

Ajoutons enfin que le Saule arrive à représenter 12,6 p. c. des coups de foudre en Hollande (1); le Tilleul, 10,4 et le Frêne, 9,5 p. c. dans le Schleswig-Holstein (2); l'Acacia (le Robinier?), 7,6 p. c. en France (3). Le Hêtre tombe à 0,4 dans le Schleswig-Holstein; il n'est pas cité pour la Hollande et pour la France. Ces divers pays, à part la Hollande, ont d'ailleurs des statistiques beaucoup moins complètes que celles qui ont été utilisées pour le tableau. Comme en Belgique,

(1) E. VANDERLINDEN, *loc. cit.*

(2) E. STAHL, *op. cit.*

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. XCVIII (1884), pp. 328, 865.

on y retrouve toujours le Peuplier bien en tête du classement, et le Chêne aussitôt après.

Dès le premier coup d'œil sur l'ensemble de ces résultats, on reconnaît immédiatement qu'il ne se manifeste aucun rapport simple entre la fréquence des coups de foudre et le potentiel de décharge silencieuse sur les feuillages des arbres. Relevons quelques détails.

Le Chêne et le Peuplier occupent bien un rang élevé dans la liste des potentiels de décharge; mais ils sont précédés par plusieurs autres essences sur lesquelles les coups de foudre sont extrêmement rares. Remarquons en passant que le Laurier, réputé dans l'antiquité l'arbre indemne par excellence, vient avant toutes les essences les plus fréquemment frappées.

Dans tous les pays, le Poirier est plus souvent atteint que les autres arbres fruitiers; or, il a le potentiel initial de beaucoup le plus faible. On peut objecter que les vieux Poiriers d'assez forte taille se rencontrent plus fréquemment que les Pommiers ou les Cerisiers. Mais que dire alors des vieux Noyers, qui sont au moins aussi nombreux? Or, ils sont frappés quatre fois moins, alors que leur potentiel initial est presque deux fois plus élevé, supérieur même à celui du Chêne et du Peuplier!

L'Orme, le Saule et le Tilleul fournissent d'autres exemples très nets de discordance. Dans l'échelle des potentiels initiaux décroissants, ils sont situés beaucoup plus loin, le dernier surtout, que dans celle de la fréquence des accidents. Le contraste est bien plus accentué encore dans les pays où ces essences sont plus abondantes : nous en citons quelques exemples à la suite du tableau.

Mais le cas le plus typique est celui des Résineux. Dans tous les pays ils fournissent un contingent respectable de sujets foudroyés; dans quelques-uns même (Styrie et Carinthie), ils occupent la première place. Or, leurs potentiels initiaux, avec celui du Tilleul, sont de beaucoup les plus faibles de toutes les espèces arborescentes connues; l'herbe seule se décharge plus vite.

Entre le Hêtre, enfin, et les Peupliers, le premier spécialement privilégié dans toutes les statistiques, les seconds, victimes préférées de la foudre, la différence des potentiels initiaux est en somme minime, et nullement en rapport avec l'énorme différence de leurs parts respectives aux dégâts causés. Il est peut-être bon de rappeler ici que, d'après certains auteurs, l'immunité du Hêtre ne serait qu'apparente. Elle serait due au fait que la foudre ne laisse, en frappant cet arbre,

que des lésions insignifiantes, qui n'apparaissent que dans l'examen des troncs abattus. La discordance en serait atténuée pour cette essence en particulier, mais elle subsisterait tout entière pour l'ensemble des observations.

Il faut donc en rester à la conclusion déjà formulée : la fréquence des coups de foudre n'a aucun rapport avec la facilité de l'écoulement de l'électricité par les parties pointues des feuillages.

Avant de terminer cette note, revenons encore un instant sur la question des paratonnerres, à laquelle nous faisons allusion en commençant. Nous avons soumis à la même méthode de mesure que les feuilles, deux pointes dorées de paratonnerre à tiges, qui avaient de longues années de service. La moyenne des résultats fut 9.810 volts. Deux pointes de paratonnerre Melsens, provenant également d'un ancien bâtiment, donnèrent une moyenne de 8.150 volts. On peut considérer ces valeurs comme normales; car une pointe plus aiguë au début ne tarde pas à s'émousser après quelque temps d'exposition aux intempéries.

Donc le potentiel initial est notablement plus élevé sur les pointes de paratonnerre que sur les feuilles des arbres les plus fréquemment atteints. D'où il suit tout d'abord que l'efficacité de ces pointes, au point de vue de la prévention des décharges brusques, est encore moindre que dans le cas des arbres les plus exposés, ce qui la réduit déjà à bien peu de chose.

Mais il faut pousser le raisonnement plus loin. S'il était vrai que le champ électrique est parfois tellement élevé en temps d'orage, que les pointes de paratonnerre peuvent débiter un courant capable de produire un effet de décharge silencieuse appréciable, alors les pointes innombrables des divers feuillages, qui commencent à se décharger sous des potentiels beaucoup moindres, enverraient vers les nuages des quantités d'électricité telles qu'aucun orage ne pourrait plus se développer. Pour avoir chance d'en observer un, un savant serait obligé d'entreprendre un voyage sur mer, ou de se transporter dans un désert privé de toute végétation.

V. SCHAFFERS, S. J.

## SUR LE DÉPLACEMENT DU ZÉRO DANS L'ÉLECTROMÈTRE ENREGISTREUR DE MASCART.

(Suite.)

Cette analogie peut toutefois être discutée, car la trace laissée dans l'acide par la palette pourrait provenir de l'hydratation variable en profondeur, le soulèvement de la palette ramenant vers la surface l'acide plus concentré des couches profondes.

Afin de nous assurer que notre hypothèse sur l'action des poussières était fondée, nous avons placé un godet d'acide sulfurique en présence d'un petit godet d'eau, sous une cloche hermétique, dans une atmosphère que nous supposons pure : l'air avait été filtré sur du coton et avait ensuite barboté dans de l'acide sulfurique. Nous avons en même temps fait fonctionner l'électromètre avec un godet témoin. Après 45 jours, la fixité de l'aiguille était complète : nous avons alors substitué au godet témoin celui qui avait séjourné sous la cloche. A peine en place, il manifestait une résistance très nette au mouvement de la palette.

L'échec de cette expérience n'était pas suffisant pour amener l'abandon de notre hypothèse, car la pureté de l'air de la cloche était incertaine, malgré les précautions prises. Nous avons recommencé l'expérience en filtrant l'acide sulfurique, afin de nous assurer que les poussières ne préexistaient pas dans le liquide : le résultat ne fut pas changé.

Nous avons cherché à hâter le moment où la déviation du zéro se manifeste en secouant doucement au-dessus du godet un blaireau que nous avons promené sur des objets poussiéreux. Sauf pour une seule de ces expériences (1), le résultat fut *inverse de celui auquel nous pouvions nous attendre*. Dans un cas, *après deux mois l'appareil fonctionnait encore parfaitement bien*. L'échec des tentatives ne nous a pas surpris outre mesure, car quelque soin qu'on prenne, on ne parvient à déposer que des agglomérats de poussières, visibles à l'œil nu, qui ne tardent pas à colorer en brun les couches supérieures du liquide, les résidus solides surnageant en petits flocons noirâtres. Les circonstances sont donc très différentes de ce qui se passe en réalité.

---

(1) Lors de cette expérience, après trois jours, l'aiguille ne retournait plus correctement au zéro. Nous avons attribué ce résultat exceptionnel à des circonstances fortuites, d'ailleurs inexplicables, mais nullement au dépôt artificiel de poussières.

D'autre part, nous verrons plus loin une explication de l'allongement de la durée de fonctionnement normal, sous l'influence des grosses poussières.

Nous n'avons pas encore la preuve de l'influence des impuretés de l'air : voici une expérience qui cette fois nous paraît convaincante. Nous avons disposé dans le godet contenant de l'acide sulfurique filtré, un petit tube à essai rempli d'eau distillée et lesté par une goutte de mercure. Le tout fut recouvert d'une lame de verre (fig. 3) et laissé en repos pendant six semaines. Après ce délai, la presque totalité de l'eau avait été absorbée par l'acide sulfurique. Les poussières qui auraient pu

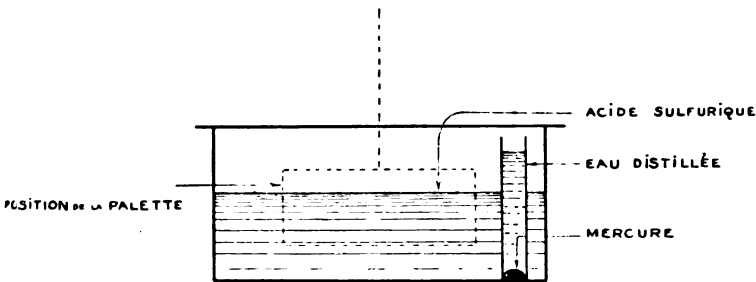


FIG. 3.

se déposer à la surface du liquide ne pouvait provenir que de l'atmosphère confinée du dispositif et aussi du faible renouvellement de l'air, la fermeture n'étant pas tout à fait hermétique. La palette fut alors immergée doucement jusqu'aux trois quarts de sa hauteur, et l'électromètre mis en marche. Cette opération, qui ne peut se faire sans remuer légèrement le liquide, ne fait pas disparaître la cause du mauvais fonctionnement, ainsi que d'autres expériences nous l'avaient montré. Au début, l'appareil fonctionna normalement, et ce n'est qu'après trois nouvelles semaines que le déplacement du zéro commença à se manifester.

Après un long séjour en présence de vapeur d'eau, *mais en l'absence de nombreuses poussières, le liquide se comporte donc à peu près comme de l'acide frais.*

Bien convaincu, cette fois, que la cause du phénomène étudié résidait dans le dépôt de poussières à la surface de l'acide sulfurique, nous avons étudié sous le microscope la formation de cette couche (1).

---

(1) L'idée de l'étude microscopique m'a été suggérée par M. P.-L. Dupont.

Un godet soigneusement nettoyé et contenant de l'acide sulfurique bien propre, fut placé sur la platine d'un microscope : la surface du liquide était parfaitement unie; la mise au point fut impossible, par suite du manque de repère. Le dispositif fut alors recouvert d'une cloche non hermétique, afin de mettre l'acide sensiblement dans les mêmes conditions que dans l'électromètre. Quelques heures après on



FIG. 4.

trouve déjà quelques poussières isolées qui permettent une mise au point. Afin d'éviter une immersion intempestive, nous opérions au début avec un objectif à foyer assez long, de sorte qu'il était possible d'explorer la couche liquide sur une profondeur de 1 à 2 millimètres : aucune impureté n'apparut à l'intérieur du liquide.

Après vingt quatre heures, les poussières sont nombreuses : il semble qu'elles manifestent une tendance à se grouper par zones, ce qui n'est qu'une manifestation des forces capillaires. La densité paraît



augmenter vers les bords, qui ne peuvent d'ailleurs être explorés, la monture de l'objectif arrivant au contact des parois du vase. Après vingt-quatre heures, le nombre de poussières augmente considérablement : les unes sont isolées, les autres groupées par petits paquets. Au grossissement 250, certains agglomérats de faible diamètre (50 $\mu$  environ) affectent une forme grossièrement circulaire et sont for-

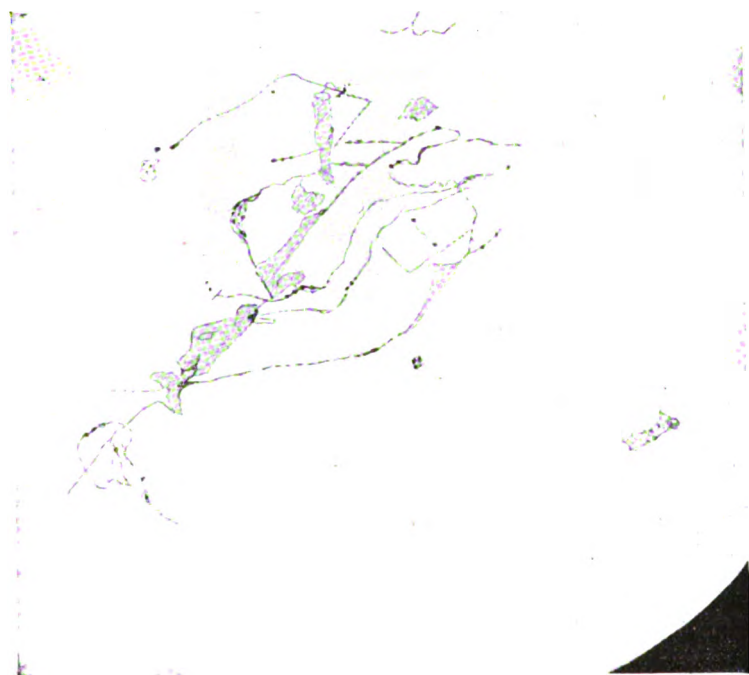


FIG. 5.

més d'une centaine de poussières très ténues, disposées assez régulièrement. D'autres corps semblent des coupes dans un tissu cellulaire : ce sont vraisemblablement des résidus de poussières organiques carbonisées par l'acide. On remarque également quelques cristaux isolés. Une grande zone, d'environ  $1/4$  de millimètre, est littéralement pavée de corpuscules présentant les aspects les plus variés : poussières de dimensions assez grandes, points opaques très ténus, cristaux, surfaces

d'aspect granuleux ou vermicellé. La figure 4 (1) donne une idée assez exacte de cette zone, encore que le dessin soit nécessairement très incomplet et schématisé. Tout cela ressemble somme toute aux débris divers qui s'assemblent sur les eaux stagnantes. L'ensemble se déforme très lentement, semblant évoluer vers une formation stable sous l'influence des forces capillaires. La figure 5 montre une forme essentiellement différente d'assemblage de poussières, tel qu'il apparaît au grossissement 60 : on voit une sorte d'arborescence, résidu d'une grosse poussière organique. En explorant la surface du liquide, on remarque que la densité de poussières augmente partout.

Le cinquième jour, on peut se rendre compte que malgré l'apport continu de poussières *visibles au microscope* (grossissement jusque 1.200 (2), la portion de la surface couverte par les poussières n'atteint pas 1/1000 de la surface totale et qu'une augmentation régulière pendant un mois ne pourrait constituer une pellicule présentant une résistance mécanique. Nous avons alors examiné la surface à l'ultra-microscope (3). Ceci fut réalisé très simplement au moyen du dispositif de la figure 6 : le faisceau d'une lampe à arc S, rendu parallèle par une lentille L, tombe sur un miroir parabolique M, qui renvoie à travers le liquide un faisceau conique jusqu'à la surface supérieure où la lumière subit la réflexion totale. Les particules qui diffractent la lumière apparaissent ainsi comme des points brillants sur fond noir. Examinée de cette manière, *la surface est littéralement criblée de très petites poussières* ; la répartition est sensiblement uniforme et les grosses poussières n'apparaissent plus que comme des *exceptions*. Remarquons que l'éclairage que nous avons réalisé était loin d'être aussi intense que celui qu'on utilise habituellement dans l'ultra-microscope et que, par conséquent, un nombre très considérable de très petites poussières peut échapper à l'examen. Quoi qu'il en soit, *l'existence d'une pellicule*

---

(1) Les figures 4 et 5 ont été dessinées par M. Van Aerschot, aide-bibliothécaire à l'Observatoire et à l'Institut météorologique.

(2) Il convient de signaler que, par la nature même de la « préparation », l'éclairage était imparfait.

(3) L'emploi du vocable « ultra-microscope » est peut-être abusif. Il s'agit plutôt d'un éclairage latéral sur *fond noir*. La différence n'est d'ailleurs qu'une question de nuance.

Dans le même ordre d'idée, nous appelons « ultra-microscopique », les particules qui n'ont pas révélé l'examen à l'éclairage ordinaire, alors qu'il est très possible qu'en bonne lumière, avec un grossissement convenable et un objectif à grande ouverture, certaines de ces poussières seraient résolubles sur fond clair.

*formée de poussières ultra-microscopiques, soudées par les forces capillaires, n'est pas douteuse.* Les corpuscules ont évidemment une disposition qui correspond à un minimum de l'énergie potentielle du liquide, et la capillarité s'oppose à toute déformation de cette pellicule, comme les forces de cohésion moléculaire s'opposent à la déformation des solides. Une preuve de la rigidité de cette pellicule nous est fournie par l'immobilité relative des poussières, malgré les courants de convection assez violents dus à l'échauffement local du liquide par le rayonnement de la lampe à arc : il n'avait pas été interposé de cuve à eau sur le trajet des rayons, si bien qu'après un quart d'heure, la masse du liquide était tiède.

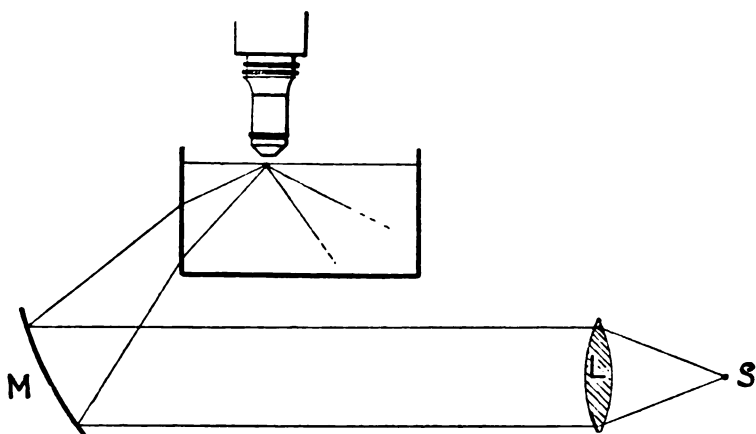


FIG. 6.

Les mouvements de convection apparaissent très nettement lorsqu'on met au point sur un plan à l'intérieur du liquide : les particules, d'ailleurs beaucoup moins nombreuses qu'en surface, sont animées d'un mouvement systématique.

En soumettant à l'ultra-microscope une préparation fraîche, nous avons constaté que le dépôt des poussières commence à se former immédiatement et qu'elles participent aux mouvements de convection pendant un temps variable d'une expérience à l'autre, mais qui est de l'ordre de grandeur de trois à quatre jours.

Le sixième jour, nous avons été amenés à transporter la préparation dans une pièce voisine, opération qui n'a pu se faire sans provo-

quer une certaine agitation du liquide. Nous avons trouvé la pellicule intacte sur presque toute son étendue, sauf aux environs de quelques poussières particulièrement grosses, où se remarquait un phénomène des plus curieux : *ces particules de grandes dimensions avaient*

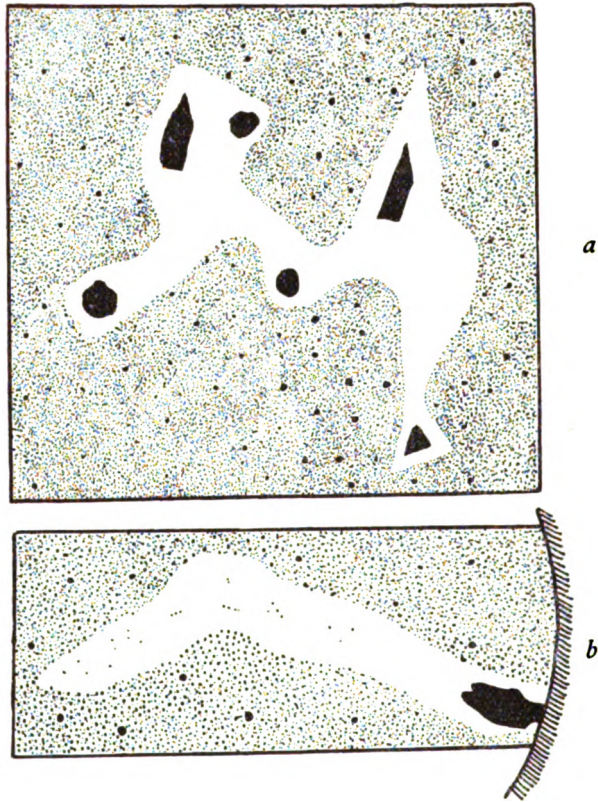


FIG. 7.

*rompu la pellicule et tracé des sillages bien caractéristiques ; à certains points, les rives de ces lacs de liquide propre avaient conservé nettement la forme du contour des grosses poussières.* Les figures 7a et 7b traduisent assez fidèlement ces aspects. Ce phénomène s'explique simplement : les chocs légers provoqués par le transport de la préparation n'ont presque pas d'influence sur les petites poussières pour lesquelles l'inertie est négligeable devant les forces capillaires ;

par contre, la masse des poussières les plus grosses est suffisante pour vaincre la capillarité et rompre la pellicule. Ceci fournit également une explication satisfaisante du fonctionnement anormalement long de l'électromètre, lorsque de grosses poussières très nombreuses ont été déposées artificiellement sur le liquide : chaque choc du dispositif enregistreur se transmet de la palette, par l'intermédiaire du liquide, aux grosses poussières qui désagrègent la pellicule.

J. JAUMOTTE,  
*Directeur de l'Institut Royal  
Météorologique de Belgique.*

## UN ASTRONOME BELGE

Louis NIESTEN (1844-1920)

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

(Suite.)

37. *Memorandum astronomique* (voir plus haut n° 1) :

1882 : mars (III, 1882-83, p. 17); avril (III, p. 65-66); mai (III, p. 107-108); juin (III, p. 159-160); juillet (III, p. 267);

1883 : avril (IV, 1883-84, p. 66-67); mai (IV, p. 115-116); juin (IV, p. 162-163); juillet (IV, p. 210-211); août (IV, p. 257-258); septembre (IV, p. 306-307); octobre (IV, p. 355-357); novembre (IV, p. 401-403); décembre (IV, p. 450-451);

1884 : janvier (IV, p. 502-503); février (IV, p. 544-546); mars (V, 1884-85, p. 18-20); avril (V, p. 64-66); mai (V, p. 116-117); juin (V, p. 165-166); juillet (V, p. 218-219); août (V, p. 269-270); septembre (V, p. 316-317); octobre (V, p. 360-362); novembre (V, p. 406-407); décembre (V, p. 462-463);

1885 : janvier (V, p. 509-510); février (V, p. 568-569).

38. *L'équatorial* (avec planche) (III, 1882-83, p. 28-33) :

Tout d'abord l'auteur divise les lunettes utilisées dans un observatoire en deux groupes : 1° les lunettes méridiennes dont il explique le but et l'emploi; 2° les lunettes mobiles desquelles au premier rang se range l'équatorial. Niesten démontre l'utilité de cet instrument dans les observations et il en fait une longue description. Il a joint à cette notice une planche représentant l'équatorial de 38 centimètres de l'Observatoire de Bruxelles.

L'auteur insiste sur l'importance de ces lunettes dans les observatoires et sur la variété et le grand nombre d'observations qu'elles permettent de faire.

39. *La lumière et la chaleur des astres* (III, 1882-83, p. 75-80) :

L'auteur montre l'action bienfaisante du Soleil sur la Terre, à laquelle il prodigue la lumière et la chaleur. Cette action bienfaisante s'étend aussi à une infinité d'autres mondes.

Suivant Niesten, le rayon émané du Soleil met 8 m. 17 s. pour venir frapper

notre œil ; la quantité de lumière que le Soleil envoie à la Terre est dix millions de fois plus forte que celle de l'étoile Wéga ( $\alpha$  de la Lyre). John Herschel, dans sa détermination de l'éclat du Soleil, a trouvé que celui-ci émettait une quantité de lumière égale à celle que produirait la lumière de 146 lampes Drummond dont chacune aurait les dimensions du Soleil.

Niستن donne ensuite des détails, suivant Tyndall, relatifs à la chaleur du Soleil et à l'action de cette chaleur sur la Terre. Puis il recherche la quantité de chaleur reçue par chacune des autres planètes. L'auteur montre, d'après Zöllner, que le Soleil nous donne 619.000 fois plus de lumière que la pleine Lune. La chaleur renvoyée par la Lune à la Terre n'est que la 280.000<sup>e</sup> partie de celle qu'elle reçoit du Soleil. D'après Lord Rosse, Niستن affirme que la température à la surface de la Lune serait de 200 à 300 degrés sous zéro quand celle-ci ne se trouve pas éclairée par le Soleil, et, dans le cas contraire, quand le Soleil tombe d'aplomb sur la surface lunaire, elle dépasse zéro de la même quantité.

40. Ce que les Chinois voient dans la Lune (III, 1882-83, p. 94-95) :

Note relative à la légende du lièvre et de l'homme dans la Lune, légende qui se retrouve dans les fables de l'Inde, dans celles des races germaniques et qui est avant tout d'origine chinoise, suivant GUSTAVE SCHLEGEL, dans son *Uranographie Chinoise*.

41. Itinéraire de la comète Wells (avec planche) (III, 1882-83, p. 121-124) :

Niستن donne les éléments qui ont servi à H. Kreutz pour dresser l'éphéméride (mars-avril 1882) de cette comète. Il fait ensuite la description de la marche suivie par cet astre depuis le 17 mars 1882 et il donne des instructions aux amateurs qui voudraient l'observer.

42. Comment on essaie une lunette et comment on doit s'en servir (III, 1882-83, p. 153-159) :

Niستن, au début de son article, annonce que sous peu les écoles seront pourvues de lunettes de petites dimensions, destinées aux professeurs pour s'initier à l'étude de l'astronomie pratique et montrer à leurs élèves les principales curiosités du ciel.

43. Marche de Vénus en 1882 (avec planche) (III, 1882-83, p. 179-183) :

L'auteur décrit la position de la planète Vénus dans le système solaire, détermine son orbite et le chemin parcouru par elle en une de ses années qui est de 224 jours 16 heures 48 minutes. Niستن montre la marche de Vénus par rapport à la Terre, explique en quoi consiste le phénomène du passage de Vénus sur le disque du Soleil, phénomène mis à profit pour en déduire la connaissance de la distance qui nous sépare du Soleil. Niستن décrit ensuite les différentes phases de la marche de Vénus en 1882.

44. Rapport de L. Niستن, chef de la mission astronomique belge pour le passage de Vénus au Chili (6 décembre 1882), adressé à J. C. Houzeau, directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles (III, (1882-83, p. 574-576) :

Dans ce rapport, l'auteur signale que l'observation du passage de Vénus au Chili (6 décembre 1882) s'est faite dans les meilleures conditions en ce qui concerne la mission belge : le 6 décembre, le temps fut superbe ; l'héliomètre de J.-C. Houzeau a répondu de la façon la plus complète à ce qu'on en attendait.

45. L'Astrologie (IV, 1883-84, p. 123-128) :

L'auteur définit ce qu'est cette pseudo-science appelée l'astrologie judiciaire qui a vécu depuis l'antiquité jusqu'en plein XVII<sup>e</sup> siècle. Niesten s'étend longuement sur l'autorité et l'influence dont jouissait alors l'astrologie, et dont Manilius, le premier, sous Auguste, rédigea les règles. Niesten explique comment, d'Égypte et de Grèce, l'astrologie se propagea jusqu'à Rome, comment ensuite, après les croisades, conservée par les Arabes, elle se répandit dans toute l'Europe. L'auteur cite Louis XI, Philippe le Bon, Charles IX, qui consultèrent les astrologues (sous le règne du dernier, il y en eut trente mille à Paris); il cite encore Charles V, dit le Sage, Alphonse X, roi de Castille (1226-1274), qui croyait fermement à l'astrologie judiciaire. Des astronomes tels que Regiomontanus, Tycho Brahé, Képler s'occupèrent beaucoup d'astrologie. Ce ne fut qu'au XVII<sup>e</sup> siècle qu'elle cessa d'être favorisée par les rois.

(A suivre.)

AUG. COLLARD,

*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

## Notes

**Sisme à Sorà (Abruzzes).** — Notre éminent collaborateur, le Professeur Agamennone, nous signale que, dans les derniers jours de l'année 1922, et d'une manière plus précise, le 29 décembre, à 13 h. 23 m. 20 s. (t. m. E. C.), à Rome, un sisme de degré VIII (échelle de Mercalli) à l'épicentre a été ressenti dans l'Italie centrale et méridionale; les dégâts causés, même à l'épicentre, ne sont heureusement pas très graves, mais la secousse a excité dans toute l'Italie un assez vif émoi, peut-être parce que le souvenir tout récent du grand sisme chilien préoccupait encore les esprits dans un pays qui lui-même a souffert de tant de mégasismes meurtriers. Dans ses *Terremoti d'Italia*, M. Baratta, étudiant la répartition géographique des sismes italiens, divise la péninsule en un certain nombre de régions sismiques dont chacune possède un facies spécial; le sisme actuel a eu son origine dans la XIV<sup>e</sup> de ces régions qu'il nomme « Terradilavoro » et qui comprend, outre la province de Caserte, le bassin du Liri-Garigliano, la région du lac Fucin et du mont Casin; c'est dans cette région que se trouve aussi Avezzano, si éprouvé en 1915.

Le degré VIII de l'échelle de Mercalli qui a caractérisé le tremblement de terre dans la région la plus ébranlée, aux environs de Sorà, est caractérisé comme « destructeur, causant une grande panique, avec destruction partielle de quelques habitations et lésions graves et générales pour l'ensemble; pas de morts d'hommes ou seulement quelques blessés accidentels ». A Torre Cajetani, la moitié de l'église s'est écroulée et aussi une partie du vieux château; cette même région, en 1915, avait beaucoup souffert et le tremblement de terre y avait fait maintes victimes; l'église, fortement endommagée, avait été réparée; c'est elle qui vient de succomber définitivement. A Avezzano, la population, épouvantée, s'est enfuie dans la campagne, mais heureusement il n'y a pas eu de victimes.

A Naples, la secousse est passée presque inaperçue; à Rome, elle a été surtout ressentie par les habitants des étages et sous forme d'ondulation lente; ce fut le cas de notre aimable correspondant et de sa famille; n'oublions pas d'ailleurs que la famille d'un sismologue éminent doit posséder une « susceptibilité sismique » toute particulière. A l'Observatoire de l'Institut météorologique, à Rome, on lui a donné le degré IV de l'échelle Mercalli comme à Rocca di Papa, « sensible à certains, mais surtout par les personnes à l'intérieur des habitations, vibrations légères

d'objets non fixés, verres, etc..., objets suspendus ». L'Observatoire possède les parallélipèdes de l'échelle dynamique de Galitzine, destinés à donner la valeur approchée de l'accélération maxima. Aucun ne s'est renversé.

L'étude du sismogramme fourni par le sismographe Agamennone a fourni la distance épicentrique d'environ 95 kilomètres dans l'azimut est — dix degrés nord — ce qui place bien l'épicentre dans l'Abruzzo du pays des Marseilles.

**Prévision du temps et stations synoptiques au Groenland.** — Au début de 1922, M. Jaumotte, directeur de l'Institut royal de Météorologie, proposait au Comité national de recherches de faire porter à l'ordre du jour de la réunion du Comité internationale de recherches (Rome 1922) l'étude de la création, au Groenland, d'une ou de plusieurs stations radiotélégraphiques qui auraient transmis des dépêches météorologiques synoptiques. Cette proposition n'ayant pas reçu une approbation unanime, fut retirée par son auteur.

Depuis lors, les Norvégiens, comprenant l'intérêt de ces sentinelles avancées, ont installé une station météorologique et un poste de T. S. F. à *Migbugten*, sur la côte E du Groenland. Cette station figure sur la carte du temps de l'Institut Météorologique.

C'est à l'heure actuelle le seul moyen de communication rapide, qui existe dans la colonie danoise et les continents, car aucun câble n'aboutit aux côtes groenlandaises.

Il n'y a même ni téléphone, ni télégraphe reliant entre elles les différentes localités côtières.

En vue de mettre fin à cet isolement, un ingénieur danois a visité le pays et a étudié les emplacements favorables à l'édification de quatre stations radiotélégraphiques.

Le gouvernement islandais a fait valoir tout l'intérêt qu'il y avait pour lui, si ces futures stations pouvaient émettre des dépêches météorologiques.

Espérons qu'une réalisation rapide de ces projets viendra compléter le réseau des avant-postes météorologiques vers le N.-W., et qu'un nouveau pas sera ainsi accompli dans une voie chère à M. V. Bjerknes, la surveillance continue de tout le « front polaire ».

L. R.

---

## Bibliographie

*L'Annuaire du bureau des longitudes pour 1923.* — Un volume in-16, de 726 pages, avec 5 cartes célestes en couleurs et 1 carte magnétique avec un supplément de 15 planches (Gauthier-Villars et Cie, éditeurs) Broché, net 6 fr. 50. Relié, net 8 fr. 50.

*L'Annuaire des longitudes pour 1923* est, comme ses devanciers, précieux par le nombre de documents qu'il contient.

Divisé en cinq chapitres principaux : Calendrier, Terre, Astronomie, Mesures légales, Données géographiques et Statistiques démographiques. L'Annuaire étudie les divers calendriers, fait connaître la position relative des astres, indique les mesures légales françaises et étrangères, le tonnage des navires, le mouvement des populations, etc.

L'Annuaire 1923 publie en outre la Notice scientifique et deux Notices biographiques suivantes :

*Le climat de la France : l'eau atmosphérique, évaporation, humidité, etc.*, par M. G. BIGOURDAN.

*Gabriel Lippmann*, par M. P. APPELL.

*Jules Carpentier*, par M. JOBIN.

Cette petite encyclopédie d'un format commode, imprimée avec soin par Gauthier-Villars et Cie, les éditeurs bien connus, aura sa place dans toutes les bibliothèques.



VIENT DE PARAITRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHÉUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant tous les renseignements élémentaires pour la prévision du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80

---

**ATELIERS D'OPTIQUE ET MÉCANIQUE DE PRÉCISION**

**M. MANENT,** CONSTRUCTEUR  
BREVETÉ S. G. D. G.

**Rue du Parc - La Croix de Berny [Seine] - France**

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, OBSERVATOIRES, GRANDES ÉCOLES, MINES  
ET COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

**INSTRUMENTS D'ASTRONOMIE, DE GÉODÉSIE, DE MÉTÉOROLOGIE,  
DE PHYSIQUE. — TRAVAUX SUR PLANS.**

Exécution de toutes nouvelles pièces optiques et mécaniques aux meilleures conditions

*M. MANENT a l'honneur de se mettre à l'entière disposition de MM. les Membres de la Société Belge d'Astronomie pour la fourniture, la réparation ou la transformation d'instruments de toute provenance, en leur garantissant un travail irréprochable dans les prix les plus favorables, et espère obtenir par ses nombreuses références de Belgique leur entière confiance.*

**Installation d'amateurs depuis. . . . . fr. 340.—**

La Maison ne répond que sur demandes sérieuses et détaillées.



ANCIENNE MAISON  
S. GECELE  
**D. AVANZO**  
Successeur  
86, Marché-aux-Herbes  
BRUXELLES



**FOURNITURES PHOTOGRAPHIQUES. — OPTIQUE.**

Spécialité de Lunettes, Pince-nez,  
Jumelles à prismes et de théâtre, Longues-vues, Microscopes.

**GRAND CHOIX D'APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES**

*pour amateurs et professionnels*

**TRAVAUX SOIGNÉS POUR AMATEURS**

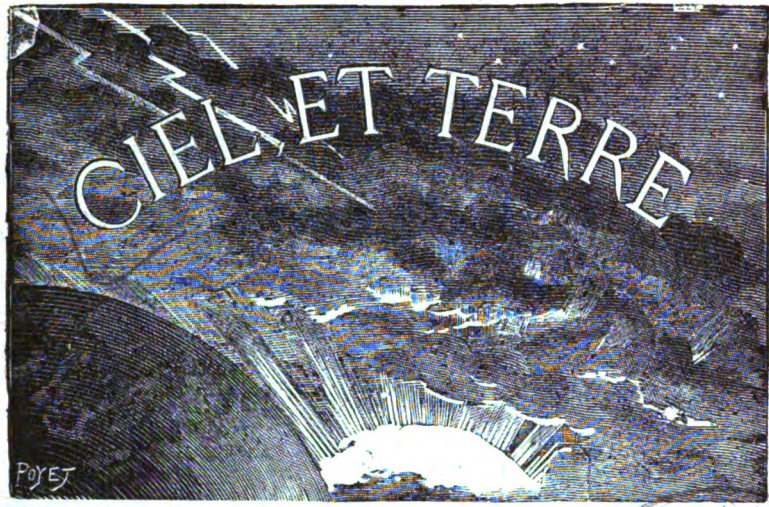
**Dépôt des Plaques, Papiers et Produits  
« ILFORD » de Londres**

520.6  
S

**XXXIX<sup>e</sup> année — N<sup>o</sup> 2**

**Février 1923**

GIFT  
18 1932



**BULLETIN**

DE LA

**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

**Paraissant vers le 15 de chaque mois.**



**BRUXELLES**

**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                    | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>La toise de Belgique</i> , par le colonel A.-E.-M. Seligmann.                                                                   | 25    |
| <i>Les Nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                    | 30    |
| <i>La variation du champ magnétique terrestre avec l'altitude</i> , par A. Pochettino.                                             | 34    |
| <i>Sur le déplacement du zéro dans l'électromètre enregistreur de Mascart</i> (suite et fin), par J. Jaumotte.                     | 36    |
| <i>Un astronome belge : Louis Niesten (1844-1920)</i> (suite), par Aug. Collard.                                                   | 41    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                              | 44    |
| <i>Notes : La carte des Pays-Bas autrichiens de Jos. de Ferraris (1770). La relativité restreinte et M. H. Bergson</i> , par E. L. | 46    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### • Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, à Bruxelles.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BÉTHUNE**, **A. BRACKE**, **H. CHARBONNEAU**, **L. FRÉDÉRICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LA TOISE DE BELGIQUE

Toutes les grandes triangulations qui ont servi pour les mesures d'arcs et pour l'établissement des cartes dans les pays d'Europe ont été exécutées au XIX<sup>e</sup> siècle.

Il est intéressant de noter que la plupart des bases faisant partie de ces triangulations l'ont été à l'aide de règles en toises et non pas avec des règles en mètres.

En *France*, toutes les anciennes bases jusqu'en 1828 sont mesurées avec l'appareil de Borda, dont les règles ont 2 toises de longueur et sont comparées à la toise du Pérou.

En *Italie*, jusqu'en 1874, les bases sont mesurées avec l'appareil de Bessel, qui utilise des règles de 2 toises; elles sont comparées à la toise de Bessel.

En *Autriche-Hongrie*, on emploie un appareil à règles étalonnées sur la toise de Vienne, celle-ci comparée à la toise de Pulkowa.

En *Prusse*, c'est l'appareil de Bessel qui sert; les règles sont comparées à la toise de Bessel ou à des copies de cette toise.

Cet appareil est encore employé jusque dans ces dernières années : en 1908 pour la mesure d'une base dans les environs de Berlin, en 1914 pour la mesure d'une base à Wolhau.

En *Russie*, on emploie l'appareil de Struve, dont les règles sont comparées à l'étalon normal de Pulkowa, et celui-ci rapporté à la toise de Fortin, comparé en 1821 à la toise de Pérou.

En *Suisse*, les bases sont mesurées en 1834 avec des règles de 3 toises de longueur comparées à la toise de Repsold (égale à la toise de Fortin).

En *Angleterre*, l'appareil de mesure de base Colby utilise des règles de 10 pieds de longueur.

Enfin en *Belgique*, nos deux bases mesurées de 1851 à 1853 le sont à l'aide de l'appareil de Bessel; les règles sont étalonnées sur des copies de la toise de Bessel.

Au premier abord, il peut paraître curieux que l'on ait employé jusque dans ces derniers temps des règles en toises, alors que le système métrique était déjà fort répandu en Europe et paraissait avoir détrôné tout autre système, tout au moins en Europe occidentale et centrale.

En réalité, le système métrique datant de la Convention, en 1793, ne

s'est implanté que fort difficilement, d'abord décrété obligatoire, puis amendé; il a fallu le rendre à nouveau obligatoire en France en 1837 (1).

Ajoutez à cela les résistances dans les autres pays, respectueux d'habitude et de tradition, et l'on comprendra que dans la pratique l'on se servit encore pendant longtemps de la toise pour la mesure des bases.

Au point de vue absolu, ce fait n'a d'ailleurs pas d'importance, pourvu que l'étalon ne change pas, et pourvu que l'on puisse rapporter toutes les mesures à cet étalon. Peu importe la valeur de celui-ci, il suffit, si l'on veut évaluer les longueurs mesurées en unités d'un système déterminé, de comparer soigneusement cet étalon à l'unité de mesure de ce système.

Mais l'étalon dont on s'est servi n'est pas unique; nous constatons une certaine diversité dans les appareils et règles employés quoique, en fin de compte, toutes les règles sont rapportées à la toise du Pérou; les unes lui sont comparées directement, les autres à des copies de la toise du Pérou, d'autres encore à des copies de copies.

Si les triangulations des différents pays avaient pu rester indépendantes les unes des autres, cette diversité des appareils employés, des étalons de comparaison, n'aurait pas eu d'importance. Mais l'étude du sphéroïde terrestre exige que l'on raccorde ces triangulations; la mesure d'arcs de méridiens et d'arcs de parallèles traversant plusieurs pays, il faut que les réseaux triangulés qui doivent servir aux calculs de ces arcs soient parfaitement raccordés et que toutes les mesures aient été rapportées à une même unité de base.

Dès sa constitution, en 1864, l'Association Géodésique se préoccupe de cette diversité dans les étalons, et dans la suite, presque à chacune de ces conférences, elle revient sur la nécessité de la comparaison des étalons.

Lors de la cinquième conférence générale, en 1877, à la suite d'un rapport sur la mesure des bases, il est constaté qu'elles sont toutes mesurées avec un haut degré de précision.

« Ce n'est donc pas, est-il dit, dans le mesurage des bases ou dans » les imperfections des divers appareils qu'il faut rechercher les dis-

---

(1) Voy. à ce sujet la fort intéressante notice historique sur l'établissement du système métrique par M. Bassor, publié dans l'annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1901.

» cordances des réseaux européens; tous les appareils existants  
» donnent partout des résultats d'une haute précision, mais la com-  
» paraison que nous proposons d'exécuter entre les appareils, par la  
» mesure des bases communes, permettra seule d'éliminer les discor-  
» dances provenant de la multiplicité des étalons, et les écarts per-  
» sistants entre les côtés communs à deux triangulations permettront  
» d'assigner le degré de précision de chacune d'elles. »

En 1886, à la huitième conférence générale de l'Association Géo-  
désique Internationale tenue à Berlin, et en suite de l'initiative prise  
par le Comité international des poids et mesures, M. Hirsch porta  
devant la Commission permanente la question de la nécessité de com-  
parer, d'une manière aussi précise que possible, toutes les toises et  
étalons qui ont servi dans les divers pays pendant le XIX<sup>e</sup> siècle,  
comparaison dont serait chargé l'Institut international des poids et  
mesures à Breteuil, et qui devait notamment se faire avec la toise ori-  
ginale : la toise du Pérou et avec le nouveau mètre international.  
« Cette opération, est-il dit, devait avoir une grande importance pour  
» la mesure de la Terre; car elle permettrait de comparer entre elles  
» toutes les bonnes mensurations exécutées jusqu'alors dans les diffé-  
» rents pays, et celles-ci pourraient, par conséquent, être utilisées  
» directement pour les études géodésiques. »

Cette proposition rencontra l'approbation générale de la Commis-  
sion, et son bureau fut chargé de faire près des gouvernements les  
démarches nécessaires pour que les divers étalons soient envoyés à  
Breteuil (1).

C'est de cette époque que datent les comparaisons des divers étalons  
avec le mètre international.

Les étalons qui nous intéressent le plus sont les copies n<sup>o</sup> 9 et n<sup>o</sup> 11  
de la toise de Bessel, d'après lesquelles ont été étalonnées les règles  
qui ont servi à la mesure de nos bases.

Avant de m'en occuper, je crois intéressant de dire quelques mots  
de la toise du Pérou et de celle de Bessel.

### **Toise du Pérou.**

La toise du Pérou ou toise de l'Académie est celle qui a été employée  
par Bouguer, La Condamine et Godin pour la mesure de l'arc du  
Pérou de 1736 à 1744.

---

(1) Comptes rendus des séances de la huitième conférence générale de l'Associa-  
tion Géodésique Internationale et de sa commission permanente, p. 109.

s'est implanté que fort difficilement, d'abord décrété obligatoire, puis amendé; il a fallu le rendre à nouveau obligatoire en France en 1837 (1).

Ajoutez à cela les résistances dans les autres pays, respectueux d'habitude et de tradition, et l'on comprendra que dans la pratique l'on se servit encore pendant longtemps de la toise pour la mesure des bases.

Au point de vue absolu, ce fait n'a d'ailleurs pas d'importance, pourvu que l'étalon ne change pas, et pourvu que l'on puisse rapporter toutes les mesures à cet étalon. Peu importe la valeur de celui-ci, il suffit, si l'on veut évaluer les longueurs mesurées en unités d'un système déterminé, de comparer soigneusement cet étalon à l'unité de mesure de ce système.

Mais l'étalon dont on s'est servi n'est pas unique; nous constatons une certaine diversité dans les appareils et règles employés quoique, en fin de compte, toutes les règles sont rapportées à la toise du Pérou; les unes lui sont comparées directement, les autres à des copies de la toise du Pérou, d'autres encore à des copies de copies.

Si les triangulations des différents pays avaient pu rester indépendantes les unes des autres, cette diversité des appareils employés, des étalons de comparaison, n'aurait pas eu d'importance. Mais l'étude du sphéroïde terrestre exige que l'on raccorde ces triangulations; la mesure d'arcs de méridiens et d'arcs de parallèles traversant plusieurs pays, il faut que les réseaux triangulés qui doivent servir aux calculs de ces arcs soient parfaitement raccordés et que toutes les mesures aient été rapportées à une même unité de base.

Dès sa constitution, en 1864, l'Association Géodésique se préoccupe de cette diversité dans les étalons, et dans la suite, presque à chacune de ces conférences, elle revient sur la nécessité de la comparaison des étalons.

Lors de la cinquième conférence générale, en 1877, à la suite d'un rapport sur la mesure des bases, il est constaté qu'elles sont toutes mesurées avec un haut degré de précision.

« Ce n'est donc pas, est-il dit, dans le mesurage des bases ou dans » les imperfections des divers appareils qu'il faut rechercher les dis-

---

(1) Voy. à ce sujet la fort intéressante notice historique sur l'établissement du système métrique par M. Bassot, publié dans l'annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1901.



» cordances des réseaux européens; tous les appareils existants  
» donnent partout des résultats d'une haute précision, mais la com-  
» paraison que nous proposons d'exécuter entre les appareils, par la  
» mesure des bases communes, permettra seule d'éliminer les discor-  
» dances provenant de la multiplicité des étalons, et les écarts per-  
» sistants entre les côtés communs à deux triangulations permettront  
» d'assigner le degré de précision de chacune d'elles. »

En 1886, à la huitième conférence générale de l'Association Géo-  
désique Internationale tenue à Berlin, et en suite de l'initiative prise  
par le Comité international des poids et mesures, M. Hirsch porta  
devant la Commission permanente la question de la nécessité de com-  
parer, d'une manière aussi précise que possible, toutes les toises et  
étalons qui ont servi dans les divers pays pendant le XIX<sup>e</sup> siècle,  
comparaison dont serait chargé l'Institut international des poids et  
mesures à Breteuil, et qui devait notamment se faire avec la toise ori-  
ginale : la toise du Pérou et avec le nouveau mètre international.  
« Cette opération, est-il dit, devait avoir une grande importance pour  
» la mesure de la Terre; car elle permettrait de comparer entre elles  
» toutes les bonnes mensurations exécutées jusqu'alors dans les diffé-  
» rents pays, et celles-ci pourraient, par conséquent, être utilisées  
» directement pour les études géodésiques. »

Cette proposition rencontra l'approbation générale de la Commis-  
sion, et son bureau fut chargé de faire près des gouvernements les  
démarches nécessaires pour que les divers étalons soient envoyés à  
Breteuil (1).

C'est de cette époque que datent les comparaisons des divers étalons  
avec le mètre international.

Les étalons qui nous intéressent le plus sont les copies n<sup>o</sup> 9 et n<sup>o</sup> 11  
de la toise de Bessel, d'après lesquelles ont été étalonnées les règles  
qui ont servi à la mesure de nos bases.

Avant de m'en occuper, je crois intéressant de dire quelques mots  
de la toise du Pérou et de celle de Bessel.

### **Toise du Pérou.**

La toise du Pérou ou toise de l'Académie est celle qui a été employée  
par Bouguer, La Condamine et Godin pour la mesure de l'arc du  
Pérou de 1736 à 1744.

---

(1) Comptes rendus des séances de la huitième conférence générale de l'Associa-  
tion Géodésique Internationale et de sa commission permanente, p. 109.

Elle fut construite en 1735. Elle se compose d'une règle de fer, de forme plate, à section rectangulaire de  $40^{\text{mm}}$ , sur  $7^{\text{mm}}$ . Elle est entaillée à ses extrémités, comme il est indiqué au croquis. Les arêtes du fond *a b* sont vives et leur distance représente la longueur de la toise, c'est la toise à bouts.

Sur le prolongement de ces arêtes est tracé un trait terminé en point creux; la distance des points creux représente également la longueur de la toise admise exactement égale à l'autre; entre ces points sont tracés des traits de 3 en 3 pouces; la dernière subdivision est divisée en pouces, et le dernier pouce en lignes, tous terminés par des points.

Cet ensemble de traits constitue la toise à points.

### Bouts des toises (moitié grandeur naturelle).

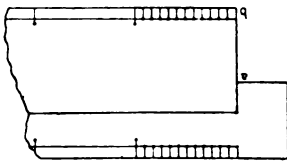


FIG. 8. — Toise du Pérou.

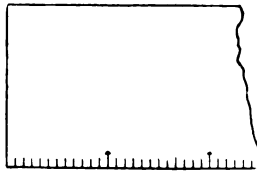


FIG. 9. — Toise de Bessel.

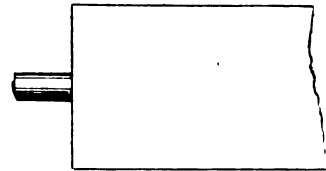


FIG. 10. — Toises nos 9 et 11.

C'est la toise à points qui servit au Pérou en 1766; cette règle fut déclarée étalon des mesures de longueur françaises, et en 1795 la toise à bout servit pour la détermination du mètre et la construction de l'étalon des archives.

Admise comme exacte mesure de base des Français à la fin du XVIII<sup>e</sup> et pendant le premier tiers du XIX<sup>e</sup> siècle, on en fit plusieurs copies qui devaient servir dans les différents pays d'Europe.

En voici quelques-unes des plus célèbres :

La toise de Bessel,

La toise de Fortin, danoise,

La toise de Fortin, russe,

La toise d'ordonnance d'Angleterre.

### Toise de Bessel.

C'est, une copie de la toise du Pérou construite en 1823 par Fortin; elle fut apportée à l'observatoire de Königsberg dont elle est la propriété, et c'est pourquoi on l'appelle aussi toise de Königsberg.

Elle servit d'abord à Bessel pour la recherche de la longueur du pendule à seconde.

C'est une règle en fer doux, de 43 millimètres de largeur sur 9<sup>mm</sup>4.

Elle porte sur une face l'inscription :

« *Réglée et étalonnée sur celle de France dite du Pérou,* »

en dessous une division en pieds, le premier pied est divisé en pouces, c'est une toise à bout et à traits.

### **Toise n° 9 du Bureau topographique royal, ou toise de Prusse.**

Cette toise est la copie n° 9 de la toise de Bessel, c'est une règle de fer rectangulaire de 43<sup>mm</sup>5 sur 9<sup>mm</sup>6. Elle est terminée à ses deux extrémités par deux petits cylindres d'une longueur de 15 millimètres environ; au bout de ces cylindres se trouvent deux surfaces terminales, en forme de petits cercles, légèrement en saillie.

La toise ne porte aucune division, c'est la distance entre les deux petits cercles qui constitue la longueur.

Sur l'une des faces se trouve l'inscription suivante en une seule ligne :

« 1852. Dieser Stab, in der Wärme von 16,25 Graden der hunderttheiligen Thermometers, in der achse seiner gedrehten Enden gemessen, ist 0.00331 Linien länger als die der Königsberger Sternwarte gehörige copie der Toise du Pérou. »

Elle fait partie d'une série de copies de la toise de Bessel, construites en 1852 par Baumann à Berlin.

La toise n° 9 et la toise n° 10 ont servi à l'étalonnage des règles de Bessel pour la mesure des bases en Prusse.

La valeur de la toise n° 9 trouvée à Breteuil en 1891 est à 16°25 :  
1949<sup>mm</sup>067 (1).

(A suivre.)

Le colonel A.-E.-M. SELIGMANN.

---

(1) Etudes sur la toise de Bessel, la toise n° 9 du Bureau topographique royal prussien et la toise du Pérou, par M. le docteur Benoit, directeur du Bureau des poids et mesures; publiées dans les comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association Géodésique Internationale réunie à Florence en 1891.

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

### PÉRIODE TÉLESCOPIQUE.

*II. — Deuxième époque. Du milieu jusque vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.*

*L'Analyse spectrale et la spectroscopie astronomique.*

*La photographie et la spectrophotographie astronomiques.*

*La photométrie et la spectrophotométrie.*

*La méthode Döppler-Fizeau.*

*Le phénomène de Zeeman.*

La découverte de l'Analyse spectrale, et ses applications ont eu des conséquences au moins aussi importantes pour les sciences physico-chimiques et en Astronomie que, pour cette dernière, l'invention du télescope (1).

Mais celui-ci est en usage depuis plus de trois siècles; il a subi de nombreux perfectionnements et a acquis une puissance de pénétration que l'on ne pouvait soupçonner au début. Par contre, l'Analyse spectrale n'a réellement commencé à faire ses preuves, en Astronomie, qu'à partir de 1860 environ, soit depuis une soixantaine d'années. Les merveilles déjà réalisées par elle, surtout depuis une vingtaine d'années, ne permettent cependant pas de pronostiquer celles qu'elle nous réserve dans l'avenir. Nous sommes, en ce nouveau domaine de la science, à peu près dans la situation des astronomes qui ont les premiers utilisé le télescope. Auguste Comte, le chef de l'école positiviste, n'a-t-il pas prétendu, il y a environ quatre-vingts ans, que l'on ne parviendrait jamais à connaître l'état physique et la constitution

---

(1) Toute la question des nébuleuses est devenue autant, si pas davantage, un problème de physique que d'astronomie. Pour s'en faire une idée un peu exacte, il est indispensable d'avoir, tout au moins, des notions de l'analyse spectrale et de la spectroscopie astronomique. Il m'a semblé utile d'en présenter un résumé à nos lecteurs, d'après les travaux les plus récents.

chimique des astres? Il estimait que des recherches, dans cette voie, étaient sans portée utile pour l'humanité. Quel démenti les faits lui ont infligé!

De nos jours, l'*interprétation* des données fournies par les applications de l'Analyse spectrale à l'étude des corps célestes est encore trop souvent contradictoire. Des exemples ont été cités à propos de la Voie lactée. Il en est d'autres qui seront signalés dans la suite. De plus, la détermination des causes qui provoquent l'état de la matière sidérale, les phénomènes ou les effets constatés au moyen de l'Analyse spectrale, prête également à controverse. La science traverse, sous ce double rapport, une phase critique due à l'abondance même des vues nouvelles, et au sentiment ou à la compréhension de la complexité des forces et des actions en jeu. Elle en sortira à son honneur, car la moisson des faits positifs, certains, déjà recueillis, est d'une telle richesse, qu'on peut attendre la suite avec confiance.

Pour l'observation de tout ce qui concerne l'Astronomie de position et la mécanique céleste, le télescope reste le principal instrument de recherche et de travail. Quand il s'agit de la nature et de la constitution des astres, de l'étude ou de l'analyse des diverses espèces d'énergie rayonnante qu'ils nous envoient, c'est l'Analyse spectrale ou *spectroscopie*, — étude des spectres lumineux —, qui est devenue la méthode d'investigation la plus efficace connue actuellement.

Il y a environ un siècle, pour se rendre compte de la composition des corps, l'on ne connaissait qu'un seul moyen : l'analyse par l'un des procédés suggérés par la chimie.

Ce moyen permet-il de démêler, avec une absolue rigueur, tous les éléments qui entrent dans la structure intime de la matière, ainsi que les propriétés de ses molécules, ou de ses atomes? Nullement. L'analyse chimique, poussée aussi loin qu'il est possible de le faire et en l'entourant de tous les soins voulus, laisse néanmoins des aléas et un certain degré d'incertitude. Elle fournit des données numériques, mais qui paraissent grossières lorsqu'on les compare aux résultats obtenus par l'Analyse spectrale.

Dans l'analyse chimique, on se trouve toujours en présence d'un nombre immense de molécules ou d'atomes, composant la matière du corps dont, pour l'analyse, on a provoqué la décomposition par des réactifs; mais ces molécules, ou ces atomes, se trouvent dans des

conditions variées, et toujours mêlés avec des atomes d'autres espèces en proportions mal définies.

Quand on parvient à réduire un corps à l'état gazeux, ou qu'il se trouve naturellement dans cet état, les choses se passent tout autrement. Les molécules et les atomes se présentent isolément, chaque atome agit individuellement et s'affirme, lorsqu'on emploie le *spectroscope*, par ce que l'on appelle ses *raies*, sans qu'elles se mêlent à celles des autres. Ces raies sont caractéristiques; elles forment, en quelque sorte, le langage de l'atome (1), et il ne se confond jamais avec les raies, ou le langage, si l'on veut, de l'atome d'un autre élément. Il en est ainsi quel que soit l'endroit de la Terre ou du Ciel où cet atome se trouve, ou quel que soit le corps qui le renferme. Un atome de sodium (élément du sel de cuisine), donnera toujours ses deux raies caractéristiques, qu'il se trouve dans un corps extrait du fond de l'Océan, des entrailles de la Terre, ou que la spectroscopie décèle sa présence dans l'atmosphère du Soleil, dans une étoile, ou dans une nébuleuse dont la lumière met des siècles à nous parvenir.

Ce n'est pas tout. Admettons que l'analyse chimique nous ait fait connaître, avec la dernière rigueur, la nature de l'atome ou de la matière d'un corps quelconque; elle ne nous donnera qu'une valeur numérique et ne nous apprendra rien de son état physique, par exemple de sa température, de la densité de son atmosphère. Les spectres, au contraire, nous fournissent ces données et peuvent même renseigner sur l'état magnétique de l'atome. En effet, non seulement les raies spectrales des divers éléments diffèrent, mais, pour un même élément, elles ne se présentent pas toujours d'une manière identique. Elles subissent des variations, des changements d'apparence selon l'état physique du corps qui les émet, c'est-à-dire selon sa température, la pression à laquelle il est soumis, la densité de sa vapeur, l'intensité de ses décharges électriques. Certaines raies apparaissent

---

(1) Tout ce que nous disons de l'atome s'applique à ses subdivisions ou particules éventuelles, l'atome ne pouvant plus être considéré comme indestructible ou comme l'ultime division de la matière. La découverte des corps radio-actifs et des phénomènes dont ils sont le siège, ne permettent plus d'admettre, comme un dogme, cette indestructibilité, ou l'impossibilité de dissocier ou de désintégrer l'atome; mais le principe de la théorie atomique en lui-même en a reçu plutôt une consécration. — Voir *Ciel et Terre*, avril 1922 : « Les Nébuleuses. Composition de la matière », p. 133-137.

très marquées et larges dans l'un cas, étroites ou manquent dans un autre, ou de nouvelles raies se montrent.

La spectroscopie a fourni le moyen de sonder le secret de la composition des astres. Mais les radiations lumineuses, calorifiques, chimiques ou électriques qui peuvent nous parvenir du Soleil et des autres corps célestes, ne sont pas les seules auxquelles elle est applicable. Elle intervient aussi pour l'étude des nouvelles radiations, d'une nature particulière, dont il est question depuis la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Nous voulons parler des rayons cathodiques, des rayons alpha et bêta du radium ou de celles d'autres corps radioactifs, des rayons X ou rayons de Röntgen (1), dont la présence a été constatée aussi, ou est soupçonnée dans les astres, ou dans leur atmosphère, d'après les indices recueillis par la spectroscopie astronomique (appelée aussi *astrospectroscopie*).

L'extrême délicatesse de l'analyse spectrale a permis de découvrir des corps rares terrestres, — rubidium, césium, thalium, indium, gallium, — avant que leur présence soit constatée dans les astres. Mais l'hélium, — émanation transformée du radium, — fut découvert en 1868 dans les protubérances solaires, au moyen de l'astrospectroscopie, une trentaine d'années avant qu'il ne fût reconnu dans des météorites et dans le minerai d'un corps rare terrestre, la clévéite.

L'existence d'autres corps, de nature inconnue, a aussi été constatée, par cette méthode, dans les étoiles et les nébuleuses; jusqu'ici on n'a pu les découvrir sur notre globe.

Ainsi la spectroscopie nous permet de pénétrer les mystères de l'atome, comme ceux des astres de l'Univers sidéral.

Rappelons maintenant de façon succincte, et à grands traits, ce qu'il est utile de connaître de la spectroscopie pour notre sujet; les détails seront forcément négligés.

Sans vibrations, pas de lumière; et pas de vibrations sans foyer ou une source de calorique qui les provoque. Il y a quelques années à peine, on pouvait dire : Nous ne connaissons les corps célestes qu'en raison de la lumière qu'ils rayonnent ou qu'ils réfléchissent (2). Cet

---

(1) Voir *Ciel et Terre*, avril 1922 : « Les Nébuleuses. Constitution de la matière », p. 133-137.

(2) *Réflexion de la lumière*. — Lorsqu'un rayon lumineux rencontre une surface polie, il se réfléchit, selon certaines lois, c'est-à-dire que le rayon est renvoyé vers le milieu d'où il vient. La lumière de la Terre, de la Lune, des planètes est de la lumière réfléchie. Ces corps n'ont pas de lumière propre; ils reçoivent la lumière du Soleil et la réfléchissent, la renvoient vers l'espace.

énoncé est devenu trop absolu : on a découvert un nombre élevé d'astres sombres, obscurs, notamment parmi les nébuleuses, et ce nombre a encore augmenté sensiblement dans ces derniers temps.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

## LA VARIATION DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE AVEC L'ALTITUDE

L'étude de la variation des éléments du champ magnétique terrestre avec la hauteur du lieu d'observation au-dessus du niveau de la mer aurait une extrême importance; car, comme on le sait, elle permettrait de savoir s'il existe des forces magnétiques d'origine différente de celles considérées dans la théorie de Gauss. D'après cette théorie, la diminution de l'intensité avec la hauteur serait par kilomètre de  $10$  à  $12\gamma$  ( $\gamma = 10^{-5}$  unités C. G. G.) pour la composante horizontale et de  $20\gamma$  pour la composante verticale. Depuis de nombreuses années déjà on s'est préoccupé de savoir si ces valeurs présumées sont confirmées par l'expérience; si on laisse de côté les anciennes observations de Messerschmidt, de Meyer et de Kriel, qui ont donné ce résultat étrange d'un accroissement de la composante horizontale avec la hauteur (on ne peut l'attribuer qu'à des perturbations locales), toutes les mesures récentes ont fait constater l'inverse.

Voici ces résultats rassemblés en un tableau :

| OBSERVATEURS                           | LIEUX                | Différence<br>d'altitude. | Variation de H<br>par kilomètre. |
|----------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Hartl I. . . . . (1)                   | Zibitzkogel (Styrie) | 1,52                      | 10 $\gamma$                      |
| Hartl II. . . . .                      | Adlersruhe (Tyrol)   | 2,16                      | 45—                              |
| Hartl III. . . . .                     | Zichenkopf.          | 1,77                      | 45—                              |
| Sella. . . . . (2)                     | Mont Rose.           | 3                         | 22—                              |
| Van Ryckevorsel et<br>van Bemmelen (3) | Mont Righi.          | 1                         | 5—                               |
| Liznar. . . . . (4)                    | Autriche.            | 1,3                       | 29—                              |
| Pochettino. . . (5)                    | Gran Sasso.          | 2                         | 50—                              |
| Pochettino. . . (6)                    | Rocciamelone.        | 3                         | 40—                              |
| Senouque . . . (7)                     | Mont Blanc.          | 4,25                      | 21—                              |
| Palazzo . . . . (8)                    | Asmara.              | 2,33                      | 7 à 8—                           |
| Brückmann . . (9)                      | Oberland bernois.    | 3                         | 12—                              |

(1) *Terrestrial M.*, 1910. (2) *Rendic. Ac. Lincei* 5, p. 10, 1896. (3) *Intern. Conf. au Terr. M.* Bristol, 1898. (4) *Wiener Ber.*, 1898, p. 752. (5) *Rendic. Ac. Lincei* 8, p. 201, 1899. (6) *Idem*, 13, p. 96, 1904. (7) *C. R.*, 1907, p. 535. (8) *Ann. R. V. di Meteor.*, 1913. (9) *Veröff. preuss. M.* 1, 1913.



Pour compléter ce tableau, il faudrait y joindre les observations de Koristka (citées par Passalsky), faites à Schemnitz en Hongrie, et celles de Preston, faites à l'île Hawaï; mais on ne peut en tirer de résultats valables, car elles ont été effectuées dans des régions certainement perturbées. En ce qui concerne l'intensité totale, Passalsky déduit des observations de Moureaux, dans les Pyrénées, une variation de 130 à 170  $\gamma$  par kilomètre, tandis que la théorie de Gauss n'exige que 22 à 23  $\gamma$ .

Il n'existe pour la déclinaison et l'inclinaison aucunes données de variation avec l'altitude.

L'examen du tableau précédent montre la grande divergence qui existe entre les résultats en ce qui concerne l'intensité; la valeur inférieure à la valeur théorique trouvée par Palazzo en Erythrée (zone tropicale) pourrait peut-être, comme il le suggère lui-même, être mise en relation avec la distribution générale suivant les latitudes des courants électriques verticaux; on expliquerait également de cette manière, la valeur supérieure à la valeur théorique que les meilleures observations donnent pour les latitudes moyennes. De toute manière, si la plus grande partie des observations dans ces latitudes moyennes donne une diminution de l'intensité plus grande que la diminution théorique prévue, la valeur précise de cette diminution n'est pas fixée.

Il serait conséquemment très désirable que l'on entreprenne sur l'ensemble du globe des observations précises dans ce domaine, afin de résoudre un problème qui présente un vif intérêt au point de vue de la connaissance du champ magnétique terrestre.

Les conditions dans lesquelles ces observations devraient se faire peuvent se préciser: en premier lieu, les stations, à des niveaux aussi différents que possible, devraient être peu distantes horizontalement; en second lieu, étude de la nature du sol et des éléments magnétiques dans toute la région comprenant les deux stations, de manière à être certain de l'absence de perturbations locales; en troisième lieu: installation dans chaque cas d'une station de référence avec enregistrement continu des éléments, de manière à pouvoir corriger de cette cause de variation les observations faites.

Comme on ne peut songer à ne faire appel qu'à des observateurs spécialistes en fait de mesures magnétiques, il y aurait lieu d'examiner quelles seraient les méthodes les plus simples à employer, étant donné les difficultés spéciales de ce genre d'observations en pays de montagnes. Pour l'instant d'ailleurs, on ne peut encore prévoir d'observa-

tions à faire en ballon, pour lesquelles aucune méthode n'a encore été étudiée.

A mon avis deux méthodes pourraient être recommandées pour la mesure de l'intensité horizontale : la première est celle de l'observation des oscillations d'un aimant horizontal, et l'on se servirait avec avantage du petit magnétomètre Palazzo ; la seconde serait l'observation de l'angle des axes de deux aimants horizontaux, suspendus sur la même verticale à une distance invariable ; on utiliserait le variomètre à aimants croisés de Starkart-Heydweiller-Ebert.

Au point de vue de la sensibilité, les deux méthodes se valent à peu près ; la première donne 4  $\gamma$  ; il résulte des travaux de Bidlingmaier (*Expédition polaire antarctique allemande*, 1907) et de ceux d'Ebert (*Illustr. Aero. Mitth.*, 1901) que la seconde donne une approximation de 5 à 6  $\gamma$ , la mesure de l'angle permettant d'atteindre 0°, 1.

La méthode des oscillations a pour elle l'avantage d'avoir été étudiée à fond, mais il me paraît qu'il serait très désirable de faire l'étude approfondie de la méthode angulaire, car, en substituant à la suspension à pointe une suspension à fil de cocon, et en améliorant aussi la lecture de l'angle, on pourrait atteindre une précision bien supérieure à celle indiquée plus haut.

L'avantage principal que présente le magnétomètre Palazzo est de pouvoir servir à déterminer également des différences de déclinaison, tandis que l'appareil d'Ebert, peu sensible aux variations de température, permet des observations très rapides et est des plus pratiques et des moins encombrants.

A. POCHETTINO.  
(Université de Turin.)

## SUR LE DÉPLACEMENT DU ZÉRO DANS L'ÉLECTROMÈTRE ENREGISTREUR DE MASCART.

(Suite et fin.)

Nous avons voulu voir également ce que devenait la pellicule sous l'influence de l'éther, liquide qui, comme on le sait, a une tension superficielle très faible. Nous avons déposé une gouttelette d'éther sur l'acide aux environs du champ du microscope : instantanément une partie de la pellicule est détruite, les poussières de cette région reprennent leur liberté individuelle, et une vive agitation se manifeste

où on peut reconnaître une translation à laquelle se superposent des mouvements tourbillonnaires : on assiste à une véritable débâcle. La densité de poussières diminue considérablement dans la zone atteinte par l'éther, tandis qu'elle augmente très fort aux bords des régions non atteintes. Comme il fallait s'y attendre, la diminution de résistance de la soudure capillaire a détruit l'équilibre et l'ensemble tend vers une formation d'énergie potentielle minima.

Il était intéressant de voir l'influence de l'éther sur le fonctionnement de l'électromètre : le zéro étant nettement déplacé et la courbe de l'enregistreur déformée, nous avons versé quelques gouttes d'éther sur le liquide : *instantanément l'aiguille a repris sa mobilité*. Mais l'action de l'éther ne fut que momentanée : la pellicule reprit très rapidement sa rigidité. Ceci s'explique aisément, car dans l'acide sulfurique hydraté, le phénomène physique se complique d'une action chimique, la régénérescence de l'alcool. Les résultats de cette expérience sont donc très discutables. Aussi l'avons-nous recommencé avec de l'eau pure.

Nous avons d'abord examiné sous le microscope de l'eau qui avait séjourné un mois environ dans le godet. A l'œil nu, la pellicule est nettement visible, contrairement à ce qui se passe pour l'acide sulfurique. A l'examen microscopique ordinaire, on distingue de grosses poussières et aussi quelques petites laissant entre elles des intervalles énormes. A l'ultra-microscope, les intervalles apparaissent absolument comblés par des particules extrêmement ténues, en sorte que les poussières microscopiques ne sont que l'exception, comme dans l'acide sulfurique. La texture de la pellicule est toutefois différente dans les deux cas. L'éther provoque une agitation extrême, phénomène d'ailleurs bien connu. Sous le microscope, on voit les poussières s'assembler par ilots et l'on constate nettement la rupture dans la continuité de la pellicule. Dans l'électromètre, un peu d'éther versé sur l'eau rend instantanément à l'aiguille toute sa mobilité (1).

Il était à supposer que l'apport progressif de poussières ultra-microscopiques qui, *pour la plupart, restent à la surface du liquide*, devait se traduire par une augmentation apparente de la *viscosité superficielle*, avant que n'apparaisse une résistance à la traction et au cisaillement, de même nature que dans les solides. Nous avons cherché à nous en rendre compte par l'expérience suivante. Le godet soigneusement nettoyé est placé dans l'électromètre de Benndorf, la

---

(1) Le phénomène se manifeste même si on ne verse que des vapeurs d'éther.

palette partiellement immergée. L'aiguille de l'enregistreur, maintenue sous un certain angle de déviation, est lâchée sans vitesse initiale. Elle effectue des oscillations périodiques amorties et l'on mesure la durée du premier quart de la première période, c'est-à-dire la durée d'une trajectoire toujours la même, quel que soit l'amortissement. La préparation étant fraîche, nous avons obtenu, pour une série de mesures : 4,3 sec., 4,3 sec., 4,2 sec., 4,3 sec., 4,3 sec., 4,3 sec., soit une moyenne de 4,3 sec. L'erreur à craindre, pour une observation unique, pouvait donc être estimée à 0,1 sec. Après cette première expérience, l'aiguille fut fixée dans sa position de départ et lâchée sans vitesse initiale, 44 heures plus tard : *l'augmentation de viscosité apparente était telle que le mouvement était devenu apériodique*, alors qu'à la première expérience l'amortissement était minime. L'aiguille mit 7.6 sec. pour effectuer ce mouvement. Une nouvelle expérience fut faite le jour suivant (après 56 heures). L'aiguille semble s'arrêter, après 7 sec., avant d'avoir atteint la position correspondant à l'équilibre du bifilaire : en réalité, elle finit par atteindre cette position après environ 30 minutes. L'augmentation très rapide de la viscosité superficielle apparente est donc clairement démontrée. La rapidité de la transformation dans cette expérience est évidemment favorisée, par le repos complet du dispositif, en dehors des quelques instants que durent les mesures. A l'ultra-microscope, la surface accuse une densité de poussières très grande, mais les mouvements de convection montrent que la pellicule n'a pas encore de rigidité.

Au cours de ses recherches sur l'électromètre Mascart, Chauveau (1) fut amené à expérimenter un électromètre à couple de torsion très faible, en l'absence de toute action électrique (aiguille et quadrants à la terre).

Il constata, après un certain temps de repos, une déviation de l'aiguille. L'auteur précité ne donne pas beaucoup de détails sur cette expérience que nous n'avons pas refaite. Il ne signale pas par exemple si la déviation se produisait systématiquement du même côté, ni quelle était son amplitude. Ce phénomène est d'ailleurs susceptible d'une interprétation très simple : il est certain que l'instrument dont il s'est servi n'était pas parfaitement symétrique, en ce qui concerne notamment la disposition des interstices par lesquels l'air de la cage peut se renouveler. Dès lors, il est logique d'admettre que la formation de la

---

(1) A.-B. CHAUVÉAU, *loc. cit.*

pellicule est dissymétrique et qu'elle entraîne la palette dans un certain sens au cours de sa formation. Il se peut aussi que la suspension ait une torsion rémanente, phénomène fréquent dans les instruments très sensibles.

Au début de ce travail, nous signalions que l'échelle complète de l'électromètre de Mascart étant parcourue entièrement pour une déviation de quelques degrés, alors qu'elle correspond à un angle beaucoup plus grand dans l'appareil de Benndorf, il y avait là une cause possible de déviation du zéro dans le premier instrument. Les expériences qui précèdent montrent que cette dissemblance n'est pour rien dans le phénomène essentiel et expliquent les différences d'aspect constatées entre les courbes altérées des deux instruments. Dans le Benndorf, fonctionnant palette partiellement immergée, les déformations *élastiques* de la pellicule ne se traduisent que par un déplacement linéaire inappréciable de l'extrémité de l'aiguille : de là un tracé qui finit par devenir *pratiquement* rectiligne. Au contraire, l'appareil de Mascart, où un faible déplacement angulaire est visible à l'enregistrement, tracera toujours une courbe ayant une apparence normale, bien que le couple électrique soit insuffisant pour provoquer la rupture de la pellicule.

**Conclusion.**— Le déplacement du zéro dans l'électromètre enregistreur de Mascart doit s'accompagner d'une altération de sensibilité. Le phénomène est dû à la formation, à la surface de l'acide sulfurique, d'une pellicule de poussières pour la plupart ultra-microscopiques, soudées par les forces capillaires dans une formation correspondant à un minimum de l'énergie potentielle du liquide. L'hydratation superficielle ne joue tout au plus qu'un rôle accessoire. Au début, lorsque la densité des particules n'a pas encore atteint une valeur suffisante, leur présence se manifeste par une augmentation apparente de la viscosité superficielle de l'acide : pendant cette période, le zéro est fixe, mais la courbe du potentiel doit être déformée de plus en plus, à cause de la lenteur avec laquelle l'aiguille atteint sa position d'équilibre.

Dans la suite, la pellicule revêt l'apparence d'un solide élastique qui tend à maintenir l'aiguille aux environs de la position de déviation moyenne des jours précédents : il se crée ainsi progressivement un couple qui s'ajoute algébriquement au couple de torsion du bifilaire, en sorte que la courbe de l'enregistreur n'a plus de signification précise.

Le remède à ce défaut de l'appareil de Mascart, excellent à tout autre égard, consiste à soustraire la palette à l'influence de la pellicule superficielle en l'immergeant complètement et en la reliant à l'aiguille, non par une surface méplate, mais par un fil fin, de manière à réduire à un minimum négligeable la longueur de la ligne de séparation liquide, système mobile, air, et le moment par rapport à l'axe de rotation, des forces qui s'exercent le long de cette ligne.

**Remarque au sujet de la viscosité superficielle des liquides.**

— Plateau avait été amené, dans ses recherches sur les figures d'équilibre des masses liquides, à supposer l'existence d'une viscosité superficielle plus grande que la viscosité interne. Son hypothèse paraissait confirmée par ses expériences sur les mouvements d'une aiguille aimantée, sous l'influence du champ terrestre, à la surface d'un liquide et dans la masse. La viscosité superficielle fut étudiée à nouveau par Luvini, Marangoni, Overbeck, etc.

Ces études confirmèrent d'une façon générale les vues de Plateau, mais aucun des physiciens ci-dessus ne fournit une explication entièrement satisfaisante du phénomène découvert par le savant belge, car l'existence d'une viscosité superficielle, différente de la viscosité interne, dans un liquide homogène, est difficilement soutenable.

Le problème fut repris par K. Schütt (1) dont les recherches aboutirent à la conclusion qu'il doit se former à la surface libre des liquides une pellicule ayant un coefficient de cisaillement. Schütt expérimenta différents liquides : eau, acide sulfurique, mercure, etc. En ce qui concerne l'eau, il avait remarqué des modifications dans les résultats des expériences, suivant que la préparation était fraîche ou non. Il attribue bien ce fait à un dépôt des impuretés de l'air, mais, en réalité, la constitution véritable de la pellicule lui a échappé. En ce qui concerne l'acide sulfurique, *ses observations sont incomplètes et ses conclusions inexactes* : il a d'abord constaté une diminution de la viscosité superficielle, qu'il explique très simplement et très logiquement par l'hydratation des couches supérieures du liquide. Ses expériences montrent ensuite une augmentation apparente de la viscosité qui résulte, selon l'auteur, de l'augmentation du niveau du liquide par hydratation, changement qui devait, par suite du dispositif expérimental, fausser les résultats des observations. *Il n'a pas constaté la formation d'une pellicule solide. Or, nous avons vu plus haut que cette*

---

(1) K. SCHÜTT. — *Annalen der Physik*, 4, 13, 1904, p. 712.

*pellicule se formait comme sur l'eau distillée*, et si M. Schütt ne s'en est pas aperçu, c'est simplement parce que la disposition de son appareil ne permettait pas de poursuivre l'expérience pendant un temps suffisant, par suite de l'élévation du niveau. En réalité, suivant qu'on opère dans une atmosphère humide et où les poussières sont rares, ou bien dans de l'air sec et très chargé de poussières, on doit constater d'abord une diminution ou une augmentation de viscosité superficielle apparente, mais, dans l'un comme dans l'autre cas, le résultat final est l'apparition d'une *mosaïque de particules ultra-microscopiques, soudées par les forces capillaires*.

Les expériences de divers physiciens et les nôtres s'expliquent aisément si l'on admet ce qui suit :

1° Dans un liquide *homogène et propre*, il n'existe pas de viscosité superficielle différente de la viscosité interne ;

2° Dans certains liquides, non susceptibles d'une altération physique (séparation de corps mélangés) ou bien d'une altération chimique interne, ou par action des gaz de l'air, les particules ultra-microscopiques de l'atmosphère forment une pellicule qui se manifeste d'abord par une augmentation de la viscosité superficielle *apparente*, et ensuite par un coefficient de résistance à la traction et au cisaillement (solide) ;

3° Il peut se former une pellicule de viscosité particulière ou ayant le caractère d'un solide par altération physique ou chimique du liquide, ou par l'action des gaz de l'air ( $O$ ,  $CO_2$ ). Les poussières de l'air peuvent d'ailleurs ajouter leur effet à cette cause.

J. JAUMOTTE,

Directeur de l'Institut Royal  
Météorologique de Belgique.

---

## UN ASTRONOME BELGE

Louis NIESTEN (1844-1920)

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

(Suite.)

46. Les coupoles flottantes (IV, 1883-84, p. 217-220) :

Il s'agit de l'application des coupoles flottantes pour abriter les très grandes lunettes. L'auteur signale que le système Eiffel, dit des coupoles flottantes, a été adopté par l'Observatoire de Paris. Niesten ajoute que l'idée n'est pas neuve, qu'elle a été émise dans l'avant-projet de construction du nouvel observatoire à ériger aux environs de Bruxelles, avant-projet dressé par l'architecte O. Van Rysselberghe, l'ingénieur G. Royers, l'architecte Ch. Van Rysselberghe

et le météorologiste F. Van Rysselberghe; ce travail fut publié en 1880. L'auteur termine en disant que s'il y a quelque mérite dans cette invention, nous devons la revendiquer pour nos compatriotes.

47. Les bandes lumineuses de la Lune (IV, 1883-84, p. 271-276) :

Cette notice est relative à l'apparence lumineuse que prennent certains cratères lunaires appelés montagnes rayonnantes par suite de certains rayons d'une blancheur éclatante qui en émanent. L'auteur explique à quel moment ces stries sont visibles, où elles se rencontrent, comment elles s'étendent, quelle est leur direction, quel est le système de ces bandes lumineuses qui est le plus important. Niesten fait une description des principales montagnes rayonnantes dans la Lune; il recherche ensuite la nature de ces formations, les causes qui les ont produites, quelle est leur composition. Il expose les différentes hypothèses qui se sont fait jour à ce sujet. La solution vraie, conclut Niesten, ne pourra s'obtenir que lorsque toutes les formations qu'on trouve sur le disque lunaire auront été étudiées en détail, de manière à en faire connaître les diverses particularités.

48. Ellipticité d'Uranus (IV, 1883-84, p. 304-306) :

Cet article a été rédigé d'après un travail inséré dans *Nature*, du 26 juillet 1883.—L'auteur fait l'historique de différentes observations d'Uranus, faites par W. Herschel (en 1782, 1792, en 1794) et concluant à l'ellipticité de la planète. En 1842, Mädler refit de nombreuses observations d'Uranus et en déduisit une ellipticité beaucoup plus considérable que celle déterminée par W. Herschel. En 1877, Safarik observa à son tour la planète et admit une ellipticité plus grande que celle de Saturne. La même année, Schiaparelli prit de nombreuses mesures du diamètre d'Uranus, mesures qui, après discussion, amenèrent une notable réduction de l'ellipticité d'Uranus.

49. La Carte de la Lune de Van Langren (avec carte) (IV, 1883-84, p. 313-321) :

L'auteur énumère d'abord les premières cartes lunaires, publiées par Lagalla, Scheiner, Salvat, Rheita, et ensuite Schmidt. Niesten donne le fac-simile de la carte lunaire dessinée vers 1645 par le Belge Michel-Florent Van Langren. Cette carte est la première qui porte une nomenclature des différentes taches (270). Cette nomenclature a servi de point de départ à celle qui fut présentée quelques années plus tard par Grimaldi et Riccioli.

Van Langren a été le premier à introduire pour la dénomination des taches de la Lune une nomenclature qui donne à ces taches les noms d'astronomes, de mathématiciens, d'hommes célèbres. Van Langren a servi de modèle à Riccioli. On en a la preuve dans le fait des dénominations données à ces cratères par Riccioli et empruntées à des noms d'astronomes tels que Bullialdus, Vendelinus, Langrenus.

Niesten donne ensuite une courte biographie du savant géographe-astrophysicien que fut Van Langren, et il renseigne à ce sujet un travail inséré dans les *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*, t. XIX, troisième partie, 1852, p. 408, et dû au chevalier Marchal.

Le but des travaux astronomiques de Van Langren était surtout la recherche de la détermination des longitudes. Pour rendre sa méthode applicable et usuelle, il lui fallait connaître pour un lieu donné l'instant de l'illumination



et de l'extinction des points les plus remarquables de la surface lunaire : d'où sa carte de la Lune.

On trouve les premières indications relatives à cette carte dans une lettre du roi Philippe IV d'Espagne, à sa tante l'infante Isabelle (sous la date du 17 mai 1623). Niesten en publie le texte dans son étude, ainsi que le texte de la demande faite au début de 1645 par Van Langren au roi d'Espagne, pour obtenir le privilège pour son globe lunaire. Sur cette demande, le chanoine Wendelin et le conseiller Puteanus furent invités à donner leur avis. Celui de Wendelin est publié dans le travail de Niesten. Par décret daté de Bruxelles, le 13 mars 1645, le roi Philippe IV accorda à Van Langren le dit privilège.

A. Quetelet présenta à l'Académie de Bruxelles la notice sur Van Langren par le chevalier Marchal, et la correspondance de ce savant avec Bouillaud, relevée dans les Archives de Paris en 1844 par J.-C. Houzeau. Quetelet établit alors la priorité de la sélémographie de Van Langren sur celle d'Hévélius.

50. Disparition des satellites de Jupiter le 15 octobre 1883 (avec planches) (IV, 1883-84, p. 343-352) :

Cet article a été écrit en vue du phénomène de la disparition des satellites de Jupiter pendant 19 minutes, le 15 octobre 1883, entre 4 heures 13 minutes et 4 heures 32 minutes du matin, le disque de Jupiter devant se projeter complètement isolé sur le fond du ciel et devant paraître privé des quatre lunes qui entourent cette planète.

Niesten attire l'attention des amateurs sur l'intérêt du phénomène : il donne des instructions destinées aux observateurs ; dans un tableau, il indique la distance moyenne des satellites de Jupiter, leurs grandeurs apparentes, leurs diamètres en fonction du diamètre de Jupiter et de celui de la Terre et leurs durées de révolution ; il donne aussi des indications sur leurs mouvements, leurs éclipses, leurs occultations, leurs passages, les phénomènes d'immersion et d'émersion des satellites. Niesten signale les dates auxquelles le phénomène de la disparition simultanée des quatre satellites a été observé (15 mars 1611 par Galilée ; 12 novembre 1681, par Molyneux ; 23 mai 1802, par W. Herschel ; 15 avril 1826, par Wallis ; 27 septembre 1843, par Greisbach).

51. Déplacement de la verticale (IV, 1883-84, p. 385-390) :

Suivant un rapport présenté en 1880 à l'Association pour l'Avancement des sciences par G.-H. Darwin, l'action de la Lune sur la direction de la pesanteur ne serait pas absolument insensible. Les expériences de Bouguer (1754), sous le dôme de l'Hôtel des Invalides, à Paris, n'avaient indiqué qu'une permanence dans la direction de la gravité. Niesten signale des observations ou des expériences faites par Panisetti (1856), par De Cesaris (1813), par Moesta (1855), par A. d'Abbadie, par Plantamour (1879).

Hirsch, de Neuchatel, a étudié avec soin depuis 1859, date de la fondation de l'Observatoire de cette ville, les variations affectant sa lunette méridienne sur ses supports et il a trouvé les indices les plus frappants de mouvements périodiques du sol très prononcés. Ces déviations de la verticale répondent à un mouvement tournant de la colline du Mail, servant d'assise à l'Observatoire. Niesten signale l'opinion de Hervé Faye à ce sujet. Corroborant l'opinion de A. Hirsch, W. Foerster, de l'Observatoire de Berlin, a montré que la courbe des mouvements des instruments coïncidait avec celle de la

variation de la déclinaison magnétique et aussi avec celle de la fréquence d'apparition des taches solaires.

A l'Observatoire de Paris, on a commencé (1884) une série d'observations pour l'étude des oscillations du sol et des déviations de la verticale. Niesten donne la description de l'installation faite dans ce but dès 1871 par Delaunay. — Ch. Wolf a fort ingénieusement imaginé un appareil dans le but d'étudier les déviations de la verticale : l'auteur de cette notice fournit des détails sur les dispositions d'installation de cet appareil et sur les qualités que présente l'instrument.

52. Le nouvel Observatoire de Bruxelles (avec plan d'ensemble) (IV, 1883-84, p. 457-462) :

Dans cette étude, Niesten retrace les péripéties qui marquèrent la création, la construction et l'installation de l'Observatoire de Bruxelles, de 1826 à 1832. Il montre ensuite comment l'Observatoire se vit finalement encerclé par le développement de ce quartier de la ville de Bruxelles et combien urgente est devenue la nécessité de le déplacer et de le situer dans un endroit qui soit à l'abri de l'emprise des bâtisseurs. C'est pourquoi on a choisi pour l'emplacement du nouvel Observatoire un plateau situé au sud de Bruxelles, à l'ouest du bois de la Cambre, à hauteur du « Vert Chasseur », entre la route de Charleroi et celle d'Alsemberg. L'auteur explique les trois principes qui ont présidé à l'élaboration des plans, quant à la disposition des différents bâtiments de l'établissement, et indique la destination de chacun des locaux.

(A suivre.)

AUG. COLLARD,

Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.

## Bibliographie

- A. BERGET, docteur ès sciences, professeur à l'Institut océanographique. — *Le Ciel*, nouvelle astronomie à la portée de tous. Illustré sous la direction de L. Rudaux, astronome. — *Le Ciel* contiendra environ 600 gravures, 2 cartes en couleurs, 8 planches en couleurs, 16 planches monochromes, format grand in-4°, 32 X 25. — Le prix de l'ouvrage broché, 45 francs; relié, 70 francs.

La science astronomique a réalisé, à notre époque, des progrès considérables. Les instruments extrêmement puissants construits de nos jours ont prodigieusement élargi à nos yeux l'espace étoilé et permis de sonder des profondeurs demeurées inviolables pendant tant de siècles. Un seul exemple suffit pour en juger : Herschell avait compté 2 500 nébuleuses, nous en connaissons aujourd'hui 1 million. Si l'on songe que beaucoup de ces nébuleuses sont peut-être des univers comparables à celui dont notre Soleil n'est qu'un point infime, on sentira combien doit être impressionnante une étude qui nous donne, on peut le dire, le vertige de l'infini. Et si depuis la plus lointaine antiquité le mystère du Ciel a exercé sur l'esprit de l'homme une singulière fascination, plus que jamais aujourd'hui l'astronomie mérite d'attirer et de passionner quiconque a le souci de s'élever au-dessus des contingences journalières. Cette science émouvante et féerique, de redoutables formules mathéma-

tiques en défendent-elles sans espoir le seuil aux non-initiés? Ne peut-on concevoir, en dehors des traités bourrés d'*x* et d'*y*, plus et mieux que des ouvrages de trop élémentaire vulgarisation? En publiant *Le Ciel*, on s'est proposé un double but : on a voulu d'abord présenter dans un vaste tableau tout l'ensemble des connaissances acquises aujourd'hui, toutes les théories et découvertes nouvelles — et ce sera sous ce rapport un ouvrage unique à l'heure actuelle et qui aura pour les savants eux-mêmes un incontestable intérêt —, on a tenté d'autre part de concilier la rigueur scientifique avec la simplicité, la clarté d'exposition capables de *mettre véritablement l'astronomie à la portée de tous*. Ajoutons que l'auteur embrasse avec une largeur sans précédent les aspects multiples du sujet : après avoir décrit ce que nous révèle l'observation du Ciel, après avoir expliqué les faits et énoncé les lois, il relie l'astronomie à la physique du globe et montre comment la vie de la Terre est en connexion intime avec les phénomènes célestes; il jette ensuite un coup d'œil rétrospectif sur l'histoire de la science, consacre à ses applications pratiques, un peu négligées dans les ouvrages publiés jusqu'ici, toute la place qu'elles méritent; s'élevant enfin aux plus hautes considérations philosophiques, il examine à la lumière des connaissances astronomiques le fameux problème de la relativité, qui a, par la curiosité qu'il a éveillée dans l'esprit de tous, orienté l'attention générale vers ces questions si passionnantes. Il envisage les conceptions nouvelles sur la structure, l'origine et l'évolution des mondes, l'avenir de la Terre et la durée probable de son existence passée et future. Un chapitre spécial initie le lecteur à la description des instruments et à leur emploi, aussi bien dans les grands observatoires nationaux que dans ceux, plus modestes, mais non moins utiles, des simples amateurs.

Une illustration d'un caractère absolument nouveau, exécutée sous la direction d'un astronome doublé d'un artiste, suffirait déjà à elle seule, avec les légendes qui l'accompagnent, à donner une idée de ce qu'est l'astronomie. Elle ne comprend pas moins de 600 gravures, dues en majeure partie à la photographie directe du Ciel telle qu'on peut l'obtenir aujourd'hui au moyen d'appareils spéciaux et de poses prolongées durant parfois jusqu'à vingt et trente heures. On verra reproduits notamment d'admirables documents communiqués par les observatoires américains d'Yerkes, du Mont-Wilson, etc., et qui constituent de véritables « portraits du ciel ». On trouvera en outre dans l'ouvrage des cartes du ciel et de splendides planches en couleurs montrant les aspects de Mars, de Jupiter, de Saturne, les étoiles doubles colorées, etc.

*Le Ciel* fera partie de la magnifique « collection in-4° Larousse ». Le merveilleux essor de la science moderne, l'intérêt grandissant qu'y attache le public réclamaient des livres d'une formule neuve, à la fois savants et accessibles, précis et pittoresques. C'est pour avoir offert une saisissante vision des êtres et des choses que *l'Histoire naturelle illustrée (les Plantes, les Animaux)*, *la Terre, la Mer*, déjà parus dans cette collection, ont obtenu l'immense succès que l'on sait. *Le Ciel* complètera cette série dont l'ensemble présentera un tableau grandiose de toutes les beautés de la nature. Luxueusement et artistiquement édité comme ses aînés, ce nouvel ouvrage est néanmoins d'un prix très modéré, et de grandes facilités de paiement le mettent, comme eux, à la portée de tous ceux qui, en nombre chaque jour plus grand à notre époque, demandent à la culture scientifique les joies intellectuelles dont s'ennoblit notre existence.

Aperçu des matières : I. L'aspect du Ciel. La Terre dans l'espace ; II. La rotation

de la Terre. Les apparences et les réalités ; III. L'attraction universelle. La loi de Newton et les lois de Képler ; IV. Les divers mouvements de la Terre ; V. Le Soleil, les saisons et les jours ; VI. Le Soleil, sa constitution physique ; VII. La Lune ; VIII. Les éclipses de lune et de soleil. Les marées ; IX. Les planètes du système solaire ; X. Les comètes, les étoiles filantes et les pierres météoriques ; XI. Les étoiles et les mondes stellaires, les nébuleuses ; XII. L'origine et l'évolution des mondes ; XIII. La vie sur les mondes ; XIV. Les instruments et les méthodes de l'astronomie ; XV. Les applications de l'astronomie : problème de l'heure, calendrier, géographie, navigation ; XVI. L'histoire de l'astronomie. Les sociétés astronomiques. Les astronomes amateurs ; XVII. La mesure de la Terre ; XVIII. L'écorce terrestre, ses convulsions, ses mouvements, ses marées ; XIX. L'électricité et le magnétisme de la Terre ; XX. L'atmosphère et la réfraction ; XXI. Le passé, l'âge et l'avenir de la Terre ; XXII. La relativité et la science nouvelle.

## Notes

**La carte des Pays-Bas autrichiens de Jos. de Ferraris (1770).** — Grâce à la coopération de notre Institut cartographique militaire que dirige avec tant d'autorité M. le colonel Seligmann, et du Cabinet des Estampes de la Bibliothèque royale sous l'inspiration de M. Alb. Tiberghien, l'un des trois exemplaires originaux de cette Carte fameuse, la première qui ait donné la représentation géographique de l'ensemble de la Belgique, nous est enfin rendu ; il porte le nom de Carte de Cabinet ; les exemplaires gravés de la carte de Ferraris ne sont d'ailleurs pas rares et la Bibliothèque royale en possède plusieurs exemplaires.

Il nous fallait signaler ici cet événement scientifique qui serait certes resté ignoré du grand public, si l'érudit M. Alb. Tiberghien ne venait, par l'organe si répandu du Touring-Club (1), de le faire connaître à tous, en retraçant en même temps l'histoire attachante des origines de cette grande œuvre et de la *Carte chorographique des Pays-Bas autrichiens, dédiée à Leurs Majestés Impériales et Royales par le comte de Ferraris, lieutenant général de leurs armées, gravée par L.-A. Dupuis, géographe en 1777*. La gravure elle-même est une œuvre de premier ordre, fille de ce siècle des graveurs.

Le comte de Ferraris était Lorrain d'origine, mais son mariage avec la comtesse Marie-Henriette d'Ursel de Grobendonck, son œuvre ainsi que sa vie entière passée sur notre sol, lui donnent plus qu'à tout autre le droit de porter le nom de Belge ; sa femme elle-même, digne héritière de Lucrèce de Grobendonck (2), son ancêtre, prit une part active à ses travaux scientifiques ; Albert Tiberghien nous l'apprend et il nous faut le souligner ici, à l'honneur de la famille d'Ursel.

En 1832, Philippe Vandermaelen, fondateur de l'Etablissement géographique de Bruxelles, disparu en 1865, — enfant j'ai souvenir bien net du grand globe terrestre qu'on y voyait, et dont nous faisons le tour dans le plan de l'écliptique — publia une réédition de la carte de Ferraris que l'on appela la carte de Vandermaelen, puis

(1) *Bulletin officiel du Touring-Club de Belgique*, 15 nov. 1922. p. 524.

(2) Sur Lucrèce de Grobendonck, voy. *Ciel et Terre*, 1920, p. 33.

l'Etat prit en main l'œuvre de la cartographie belge et en fit avec raison un organisme militaire. On sait que le pays n'eut qu'à s'en féliciter et il est bien inutile de redire ici ce que tout le monde sait, que les productions scientifiques de l'Institut cartographique militaire belge peuvent rivaliser, avec les plus travaux des institutions similaires des grandes nations du continent, si elles ne les dépassent pas.

Telle est en deux mots l'histoire de la cartographie belge; mais lisez le substantiel historique que M. Alb. Tiberghien nous donne de la genèse de l'œuvre de Ferraris, à l'occasion du retour au pays de la Carte de Cabinet; vous y trouverez plaisir et profit; cette lecture sera une sorte d'introduction à un travail d'ordre plus précisément scientifique que M. Alb. Tiberghien a bien voulu nous promettre, après étude des documents nombreux qui accompagnaient la Carte de Cabinet et qui nous ont été rendus en même temps.

E. L.

**La relativité restreinte et M. H. Bergson.** — Le fait expérimental que le mouvement relatif (rectiligne et uniforme) ne trouble pas les lois qui caractérisent les phénomènes lumineux, conduit au principe de la relativité restreinte dit d'Einstein-Lorentz; sa conséquence immédiate semble atteindre directement l'une de nos plus fermes croyances : c'est celle à temps absolu qui se déroule sans souci des phénomènes, comme en dehors d'eux et dans les instants duquel ceux-ci viennent s'ordonner à mesure de leur naissance, quel que soit l'observateur qui les étudie. Newton, à la suite de toute la philosophie antique, mais comme physicien, avait le premier précisé ce sentiment universel; aucune génération humaine n'est d'ailleurs encore instruite par ses éducateurs dans des voies différentes; notre esprit surpris et inquiet hésite à quitter un rivage bien connu et à nous embarquer sur l'océan agité qui s'offre à nos yeux; nous nous demandons quelle est vraiment la signification exacte et profonde du principe nouveau et s'il doit en réalité nous forcer à abandonner une de ces conceptions fondamentales de notre esprit. Le devoir et l'œuvre sont d'autant plus urgents que des physiciens-mathématiciens, et non des moindres, avaient déjà tiré du principe des conséquences nécessaires qui, servies au grand public, servaient à assommer son intellect en l'éblouissant. La plus désespérante de ces conséquences pour le bon sens humain était notamment celle qui nous donnait le moyen, par le mouvement relatif, de séparer deux êtres du même âge et de les réunir ensuite à des âges différents, l'un vieillard, l'autre resté enfant! Les formules le disaient et il fallait les en croire! Mais le disaient-elles en réalité, et quelle était la vraie pensée cachée sous le formalisme? C'est à la pénétrer que M. H. Bergson a consacré un bon et beau livre récemment paru : *Durée et Simultanéité*, à propos de la théorie d'Einstein (1). M. H. Bergson n'est pas homme de science ou ne se dit pas homme de science, ne l'oubliez pas : mais il est le chef du mouvement philosophique en France, l'auteur de l'*Essai sur les données immédiates de la conscience*, l'auteur de l'*Evolution créatrice*, membre de l'Académie française et de l'Académie des sciences morales et politiques, et je n'hésite pas à dire que son livre est une leçon de logique destinée à faire rougir les physiciens et les mathématiciens que la puissance des formes a saisis au point de leur faire quitter une voie qu'ils avaient la prétention de dire la seule bonne et débroussaillée des erreurs; et c'est là un événement profondément bizarre et déconcertant, et intéressant en même temps.

---

(1) Paris, F. Alcan, 1922, dans la Bibliothèque de philosophie contemporaine.

Le livre de M. Bergson est le triomphe du « bon sens » qui, pour moi, est synonyme de « art de bien raisonner », le bon sens n'étant d'ailleurs pas identique au « sens commun ».

D'après M. Bergson, et nul n'y pourra contredire après l'avoir lu, des deux observateurs que l'on considère dans le mouvement relatif, il n'y en a qu'un seul vivant, fait de chair et d'os comme nous : c'est celui qui se croit immobile; l'autre, celui que nous plaçons sur le système mobile, n'est qu'un pur fantôme d'observateur; du moment que nous nous embarquons nous-mêmes sur le vaisseau qui s'éloigne, nous l'immobilisons et la réciprocité complète des deux systèmes de référence est l'argument le plus trappant qui puisse servir pour prouver que les formules d'Einstein-Lorentz ne sont qu'une pure forme. Il n'y a de *réalité* que pour l'observateur immobile : c'est le seul qui soit vivant et agissant; le temps de l'observateur mobile est un temps purement fictif, amené tout simplement par les conditions mathématiques que la constance de la vitesse de la lumière impose aux formules nouvelles du mouvement relatif; rien de plus, et les questions à solution déconcertante, venues sur les lèvres de certains physiciens, ne « peuvent même pas être posées ».

Il n'est pas possible de reprendre ici la trame des démonstrations de M. Bergson, trame d'ailleurs aussi simple que solide. Je disais tantôt que M. Bergson ne se dit pas homme de science; ce que je sais cependant, parce que cela saute aux yeux, c'est qu'il connaît ses mathématiques et sa physique et, ce qui est mieux, que sa philosophie lui a montré la vraie valeur des formules, alors que les physiciens qui par essence sont des réalistes, l'avaient oubliée. La subtile analyse des expériences Michelson-Morley, par laquelle débute son livre, en est bien la preuve la plus convaincante; dans cet exposé de la relativité unilatérale, où il retrouve tout ce que contiennent les formules Einstein-Lorentz, le flambeau d'une pure clarté nous conduit et nous montre de quel œil il faut voir l'espace contracté et l'allongement du temps que l'observateur immobile constate dans le système en mouvement; pour la première fois, nous trouvons ici nettement exposé le pourquoi de ces deux phénomènes optiquement reliés à la loi de propagation des ondes lumineuses; les formules de passage du système mobile au système fixe ne constituent pas autre chose que les corrections que l'observateur fixe apporte aux observations *fautives* de l'observateur mobile pour les mettre d'accord avec les siennes propres. Cet observateur mobile, M. Bergson, pour bien préciser sa pensée, l'appelle l'observateur « fantasmatique », l'observateur fantôme. Le premier seul est réel et son temps est lié à la conscience qu'il a de sa vie.

Mais la relativité est bilatérale, les deux systèmes sont équivalents; il n'y a pas de système privilégié; si l'on y imagine les mêmes observateurs humains, le temps sera le même pour tous, et M. Bergson voit donc, dans le principe même de la relativité « Einstein-Lorentz », un argument pour l'existence d'un même temps réel commun à tous les systèmes. Les théories nouvelles, bien loin d'écarter à jamais un concept auquel l'esprit humain était fortement attaché, servent donc à M. Bergson d'arme pour le défendre.

Nous n'irons pas plus loin; aussi bien faut-il lire cette belle œuvre, apaisante et forte.

E. L.

VIENT DE PARAÎTRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHÉUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences

Ancien membre de la Société Météorologique de France

Membre de la Société Astronomique de France

et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. 1.80

---

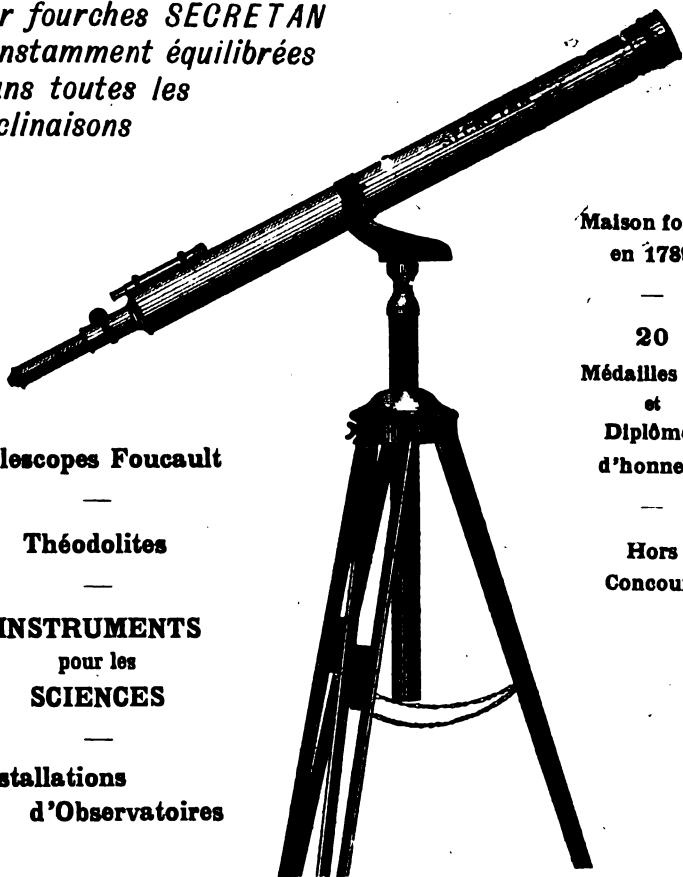
**Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80**

---

# Instrumentes de Précision **SECRETAN**

**CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs**

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



**Télescopes Foucault**

**Théodolites**

**INSTRUMENTS**  
pour les  
**SCIENCES**

**Installations**  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

**20**  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

**Hors**  
Concours

Demandez le catalogue

## **SECRETAN**

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

**A. FISCH**, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.



GIFT  
13 1932



BULLETIN

DE LA

**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                 | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>La toise de Belgique</i> (suite), par le colonel A.-E.-M. Seligmann.                                                                                         | 49    |
| <i>Les révolutions du globe</i> , par F. Sacco.                                                                                                                 | 53    |
| <i>Les Nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                 | 58    |
| <i>Un astronome belge : Louis Niesten (1844-1920)</i> (suite), par Aug. Collard.                                                                                | 62    |
| <i>Notes : Prévisions du temps et radiotéléphonie</i> , par J. J. Diamètres stellaires.                                                                         |       |
| Etoile double massive. $\beta$ Ceti variable. Magnitude absolue de R. Z. Cépheï.                                                                                |       |
| Eclipse partielle de lune du 3 mars 1923. Comète Baade. Atmosphère de Vénus. Rotation de planètes. Copernic, par E. D. Aide aux savants de Russie, par L. V. A. | 69    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                           | 71    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

MAX HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICO, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. **RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LA TOISE DE BELGIQUE

(Suite.)

### **Toise n° 11 de l'Institut cartographique militaire, ou toise de Belgique.**

Cette toise, copie de la toise de Bessel, est du même modèle que la toise n° 9; elle a été construite très peu de temps après celle-ci, par le même constructeur et avec le même métal, bien que d'une coulée différente (barres d'acier fournies par la maison Krupp d'Essen).

Elle porte sur une de ses faces, en une seule ligne, l'inscription suivante :

« 1852. Dieser Stab in der Wärme von 16,25 Graden der hunderttheiligen Thermometers, in der achse seiner gedrehten Enden gemessen, ist 0.000202 Linien kürzer als die der Königsberger Sternwarte gehörige copie der Toise du Pérou. »

La toise du Pérou a été étalonnée au Bureau international des poids et mesures une première fois en 1887.

La toise n° 11 a été déjà comparée en 1862 et en 1864 aux étalons anglais à l'Ordonnance Survey Office, à Southampton, par Clarke.

Mais les étalonnages qui nous intéressent et qui comptent comme définitif en ce moment, sont ceux du Bureau international des poids et mesures, en 1890 et 1891, faites pour la toise du Pérou, la toise de Bessel et la copie n° 9, et, plus récemment, celle de la toise n° 11 faite en 1913.

C'est pour répondre au désir de la Commission permanente de l'Association Géodésique Internationale, dont nous avons parlé, qu'en septembre 1895 le général Hennequin, directeur de l'Institut cartographique, écrivait au docteur Benoit, directeur du Bureau international des poids et mesures, à Breteuil, pour lui exprimer le désir de faire comparer au mètre international la copie n° 11 de la toise de Bessel que possède l'I. C. M. de Belgique. Ce n'est qu'en septembre 1898 que cette toise fut apportée au Bureau international des poids et mesures, par suite du programme fort chargé de ce bureau; elle ne fut comparée qu'en 1913.

C'est ce que nous faisait savoir le distingué directeur du bureau, M. le docteur Guillaume, en mars 1922.

Cette détermination fut achevée peu avant le début de la guerre et

il n'avait par conséquent pas été possible de réexpédier la toise à Bruxelles.

Elle revint le 24 avril 1922 à l'Institut cartographique.

Le certificat de la comparaison est daté du 5 novembre 1913.

La détermination a été exécutée par M. L. Maudet, adjoint du Bureau international, dans les mêmes conditions que celles de la toise de Bessel et de la copie n° 9.

Elle donne la pour valeur la plus probable de la toise à 16°25 :

1949<sup>mm</sup>060.

Maintenant que nous connaissons les valeurs des deux toises, n° 9 et n° 11, nous pouvons rapporter au mètre international les bases géodésiques de Lommel et d'Ostende, donc toute la triangulation du royaume et la carte de Belgique basée sur cette triangulation.

En effet, les bases ont été mesurées à l'aide des règles de Bessel, et celles-ci comparées aux copies n° 9 du Bureau trigonométrique prussien et n° 11 de l'I. C. M. (1).

\* \* \*

L'appareil de Bessel, comprenant quatre règles, avec tous les accessoires, y compris le comparateur pour l'étalonnage des règles, fut mis, par le gouvernement prussien, à la disposition du gouvernement belge en 1847.

La base de Lommel fut mesurée en 1851 et en 1852, la base d'Ostende en 1853; l'appareil dut être renvoyé en Prusse en 1854 et l'on ne put mesurer la troisième base, que le général Nerenburger avait projetée dans le Luxembourg.

Il fallut s'occuper de l'étalonnage des règles, lequel se fit en 1854 par une commission nommée par le Ministre de la guerre.

Cette commission était composée de :

MM. NERENBURGER, colonel d'état-major, directeur du dépôt de la guerre (2), membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique; STAS, professeur de chimie à l'Ecole militaire, membre de l'Académie; DIEDENHOVEN (Jacques), major d'état-major, chef de la section géodésique du dépôt de guerre; MEYERS, major du génie; LIAGRE, capi-

---

(1) Compte rendu des opérations de la Commission instituée par M. le ministre de la guerre pour étalonner les règles qui ont été employées en 1850, 1851, 1852 et 1853 à la mesure des bases géodésiques belges. — Bruxelles, Hayez, 1855.

(2) Institut cartographique militaire.

taine du génie, professeur à l'Ecole militaire, membre de l'Académie; DEKEUWER, lieutenant d'état-major; SACRE, ingénieur-mécanicien.

Le compte-rendu de ces opérations a été publié en 1855; elles ont été conduites avec une science, une méthode, une minutie et une habileté remarquables.

Pour faire la comparaison des règles de Bessel, longues chacune approximativement de deux toises, ces règles furent d'abord comparées entre elles. Ensuite les règles furent comparées avec la double toise formée par les toises n° 9 et n° 11 placées jointivement.

Ce sont donc bien les longueurs de ces toises qui forment les éléments réels de mesures de nos bases.

Les formules de ces toises étaient :

La toise n° 9 . . . . . 863'855'170 + 0'0090718t

La toise n° 11 . . . . . 863'850'213 + 0'0091560t

Et pour leur somme . . . . . 172'770'5383 + 0'0182278t

ce qui pour la valeur de 16°25 donne : 172'800'585, transformé en millimètre : 3898<sup>mm</sup>0778.

Or, d'après les valeurs trouvées à Breteuil, l'on a :

La toise n° 9 . . . . . 1949<sup>mm</sup>067

La toise n° 11 . . . . . 1949<sup>mm</sup>060

Et pour leur somme . . . . . 3898<sup>mm</sup>127

Cette valeur est plus grande que celle qui a été admise pour l'éta-  
lonnage des règles.

La différence est de 49<sup>μ</sup>2.

Les mesures faites avec les règles de Bessel sont par conséquent trop courtes de  $\frac{49}{3898000}$  ou environ  $\frac{1}{79000}$ . D'ailleurs ceci vient confirmer les conclusions des études du Dr René Benoit sur la toise de Bessel, la toise du Pérou et la copie n° 9.

Il trouve (1) que la toise de Bessel a en réalité une longueur plus grande de  $\frac{1}{74000}$  environ que celle qui lui a été attribuée. Toutes les longueurs mesurées en partant de cette toise et exprimées en mètres, doivent donc être augmentées de  $\frac{1}{74000}$  de leur valeur.

---

(1) *Etudes sur la toise de Bessel, loc. cit., p. 147.*

Or, c'est bien le cas des mesures de base en Belgique, mesurées à l'aide des règles de Bessel, étalonnées sur les copies n° 9 et n° 11 de la toise de Bessel.

Le Dr Benoît rappelle à ce sujet les conclusions que le général Derrecagaix, directeur du Service géographique de l'armée française, tire en 1891 des résultats d'une mesure récente d'une nouvelle « base aux environs de Paris ». « Si l'on calcule, en partant de cette base, les côtés » de jonction de la nouvelle méridienne de France avec les triangulations anglaise, belge, italienne et espagnole, on trouve une discordance systématique; tous les côtés calculés par les triangulations étrangères sont plus courts d'une quantité relative qui est presque »-constante, et qui est de  $\frac{1}{74000}$  (1) pour la Belgique.

Ce fait déjà révélé par l'étude de la toise de Bessel, de celle de la copie n° 9, est donc confirmé par celle de la copie n° 11 qui vient de nous rentrer.

Il est intéressant maintenant d'examiner quelles en sont les conséquences sur les éléments importants de notre triangulation.

La base de Lommel mesure : 2300<sup>m</sup>5721, en réalité sa longueur devrait être : 2300<sup>m</sup>6012.

La base d'Ostende mesure : 2488<sup>m</sup>8237, sa longueur devrait être : 2488<sup>m</sup>8552.

L'arc de méridien Lommel Hamipré, mesuré par Delporte, mesure : 148488<sup>m</sup>9174 pour une amplitude de 184839,25 (2), sa longueur devrait être 148490<sup>m</sup>7970 et l'aplatissement que Delporte en avait déduit :

$\frac{1}{209}$  devient  $\frac{1}{211}$  (3).

Il est évident que les légères différences de longueur n'ont aucune influence sur la carte topographique, dont les plus grandes échelles, le 5000<sup>e</sup>, ne peuvent donner pour l'étendue des feuilles (au maximum 1<sup>m</sup>50 suivant la diagonale) qu'une correction inappréciable de 0<sup>mm</sup>02.

Mais, au point de vue de la rigueur scientifique des mesures de la

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, CXII, p. 770.

(2) Il est à remarquer que dans le tome VI précité, Delporte trouve  $\frac{1}{212}$ , mais les calculs soigneusement recommencés par le bureau de calculs de l'I. C. M. donnent

$\frac{1}{208,6}$ .

(3) *Triangulation du royaume de Belgique*, t. VI, 2<sup>e</sup> fascicule, p. XL.

triangulation, il faut en tenir compte, et nous venons de voir son influence sur les déterminations si importantes de l'aplatissement du sphéroïde terrestre.

Enfin, cette déduction faite de la comparaison de nos anciens étalons avec le mètre international montre combien il sera important de recommencer la mesure des bases d'Ostende et de Lommel, et de mesurer la troisième base dans le sud de la province de Luxembourg, ainsi qu'il est projeté; seules ces opérations géodésiques permettront de vérifier les résultats de cette comparaison, car elles seront exécutées avec des fils invar à comparer à la base murale du Bureau international des poids et mesures, donc au mètre international.

Le colonel A.-E.-M. SELIGMANN.

---

## LES RÉVOLUTIONS DU GLOBE

Le titre de « Révolutions du Globe », donné à cet exposé synthétique, rappelle à l'esprit du lecteur les théories de Cuvier, suivant lesquelles la vie sur la Terre aurait été périodiquement interrompue par de grandioses catastrophes, ne laissant rien subsister du passé pour renaître ensuite sous des formes totalement nouvelles.

Considérées sous cet aspect, les idées de Cuvier sont certes abandonnées à jamais; cependant, nous pensons qu'elles comportent un fond de vérité qu'on leur a dénié trop facilement en embrassant les théories de l'actualisme et cela parce que, aujourd'hui, le Globe, en ce qui concerne la vie, passe en fait par une période de calme, de tranquillité relative, de stase, dirons-nous.

Cependant, si nous étudions les phénomènes géologiques actuels, nous voyons que beaucoup d'entre eux (le volcanisme, la sismicité, etc.) présentent des périodes plus ou moins longues de calme auxquelles succèdent d'autres périodes plus courtes de paroxysme. Si alors, nous plaçant à un point de vue synthétique, nous étudions la vie du Globe, nous voyons qu'elle présente également de longues périodes de stase ou d'évolution lente et générale, qui alternent avec d'autres périodes relativement plus brèves que nous appellerons de transgression et qui sont caractérisées par des phénomènes physiques paroxysmiques et en même temps par des transformations rapides dans la vie organique. Ce sont là les « Révolutions du Globe » locales ou générales, grandes ou petites et conséquemment d'importances variées aux

points de vue physique ou biologique; nous allons, dans les lignes qui suivent, chercher à en suivre le développement synthétique.

Si nous nous reportons par la pensée aux plus anciennes phases que dut traverser le globe terrestre, nous pouvons y distinguer plusieurs périodes importantes qui marquent les premières et les plus longues révolutions du globe; ce sont : celle de la formation de la croûte scoriacée, qui constitua la première surface terrestre proprement dite (protosphère ou scoriosphère); ensuite celle des déluges alcalins, par lesquels s'ouvrirent les phénomènes grandioses de métamorphisme de la croûte terrestre et enfin, bien plus tard, celle des déluges hydriques, origine des mers primitives (hydrosphère), au fond desquelles, par l'abrasion des terres émergées, commencèrent les sédimentations qui formèrent la stratosphère.

C'est seulement plus tard, et comme conséquence de cette dernière révolution géohydrique accompagnée naturellement d'une notable diminution de la température et de la pression, avec épuration de l'atmosphère, etc., que, dans un milieu aqueux, pût surgir la vie organique aux dépens de l'inorganique et grâce aux propriétés spéciales du carbone qui s'associe facilement avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, pour former la biomolécule; si bien, qu'à cette révolution géohydrique nous pouvons relier le commencement de l'*évolution biologique*.

Le métamorphisme général qui a altéré profondément les formations archaïques ne permet plus de reconnaître les phénomènes géologiques qui se sont réalisés pendant ces temps anciens; néanmoins, les fréquentes et notables discordances et transgressions, accompagnées çà et là de zones à conglomérats qui se retrouvent entre l'archéozoïque et le protérozoïque dans l'huronien inférieur, etc., nous laissent entrevoir qu'il dût alors se réaliser sur notre terre une grandiose et complexe phase orogénétique, diastrophique; on peut l'appeler la *révolution préhuronienne* (éohuronienne, laurentienne ou archéenne) qui, par ses manifestations variées, a donné l'élan à un grand progrès dans l'évolution organique, la faisant passer de la simple phase protistique primitive à une phase supérieure, qui se dédouble elle-même en phase *thallophytique* et en phase *vermoïdée*. Celle-ci dans toutes ses manifestations si variées ressort du *type invertébré*.

C'est, semble-t-il, vers le milieu des temps protérozoïques que se



manifestèrent les notables mouvements orogéniques de la *révolution mésohuronienne* (ou mésabianique). Mais ce fut spécialement à la fin de la longue période protérozoïque (pendant laquelle l'évolution invertébrée put se développer de la façon la plus ample et la plus variée dans le milieu marin) qu'une nouvelle phase diastrophique dut se produire; on peut l'appeler *révolution algonkienne* (huronienne, pénokienne, postkéewénienne, précambrienne, éocambrienne); elle fut accompagnée d'importants phénomènes plutoniens, fortes discordances, puissants dépôts de conglomérats et même de phases glaciaires, qui donnèrent une vive impulsion à l'évolution invertébrée (celle-ci depuis lors avec ses éléments mieux organisés, renforcés et protégés, put laisser des restes nombreux dans les dépôts paléozoïques) et marqua le commencement d'une évolution supérieure organique *brio-ptérydophytique* d'un côté, et *hyctioïdée* de l'autre.

La *révolution ordovicienne* relativement moindre (taconienne, pré-dévonienne, éodévonienne, calédonienne, brunswickienne) se manifesta biologiquement (sans parler de la disparition des graptolites) par la poussée de l'évolution des vertébrés et par un pas en avant vers la phase *amphybioïdée*, correspondant à une notable extension des aires continentales encore essentiellement marécageuses.

Longue, grandiose et très importante par ses manifestations variées endogènes et exogènes et ses conséquences biologiques, fut la *révolution anthracolitique* (permo-carbonifère, hercynienne, armorico-varisienne, arkansiano-américaine), révolution complexe, c'est-à-dire ayant nécessité une longue période de temps, avec de nombreuses phases et sous-phases, locales ou générales, à intensités variables.

Elle fut caractérisée par de grandioses phénomènes volcaniques, accompagnés certainement de séismes intenses, comme aussi de phénomènes de discordances stratigraphiques, etc.; elle amena un immense développement des terres émergées, si bien qu'alors les continents se montrèrent plus étendus qu'aujourd'hui; ce qui nous explique tant de curieux phénomènes de distribution ancienne et récente des formes organiques à la surface terrestre; à elle se rattache la formation de reliefs montagneux élevés, à climat continental spécial; ceci, avec la présence de hautes montagnes, nous explique la puissance et l'étendue des dépôts grossiers sablonneux-caillouteux, comme aussi l'accentuation et même l'extension du glacialisme (avec le développement connexe des fougères glossoptéridées) qui jusqu'alors n'avait fait que des apparitions limitées et peu caractéristiques.

En rapport avec cette grandiose révolution anthracolitique, peut-être la plus grandiose et la plus prolongée de toutes celles qui agiterent l'écorce terrestre (dans son ensemble elle rappelle un peu les « révolutions du globe » de Cuvier) de très importants phénomènes biologiques, durent se produire, en relation avec l'énorme développement pris par les aires continentales et la réduction des aires marines.

Aussi dans le règne végétal constatons-nous le développement grandiose des *plantes continentales* en général (ce qui nous donna une partie du précieux charbon de terre) et, d'une manière spéciale, des ptérydophytes avec les grandes équisétinées, sphénophyllées, lycopodiées et les intéressantes *cycadofilicinées* ou ptérydospermées, qui forment le passage des cryptogames aux phanérogames et l'apparition des vraies *gymnospermes* (cordaïtées, conifères, cycadinées, etc.).

Dans le règne animal, nous voyons l'important et rapide développement des *paléodyctioptères*, des *amphibies stéganocéphales* et enfin des *reptiles*; peut-être la fin du paléozoïque vit-elle la timide apparition des protomammaloïdes aplacentaires par un développement des reptiles téromorphes.

Mais si le continentalisme intense de la révolution anthracolitique provoquait une si importante évolution organique sur les aires émergées, favorisées par un climat chaud et humide, d'un autre côté, le retrécissement des aires marines et leur souillure relative, produite par les eaux boueuses qui descendaient des continents lavés et érodés, devinrent funestes à la vie organique marine, spécialement à celle des régions littorales.

Ceci nous explique la rapide diminution d'un grand nombre de formes et de groupes organiques marins et même leur disparition complète, ainsi qu'il en fut pour les corallaires tubulés, la plus grande partie des brachiopodes, les cystoïdés, une grande partie des encrinoidés, les paléoéchinoïdés, les hémiaspidés, les trilobites, les gigantostracés, les poissons cuirassés, etc., qui pourtant avaient dominé si longtemps et avec un si grand développement de formes, dans les mers paléozoïques.

De même qu'à toutes les grandes révolutions inorganiques, organiques ou sociales succèdent des périodes plus ou moins longues de dépression et de stase, ainsi, à la grandiose révolution anthracolitique, qui forma l'ère paléozoïque, succéda une très longue phase de calme, presque d'accablement cortical qui caractérisa presque toute l'ère mésozoïque; celle-ci, partant, présenta une physionomie

essentiellement marine avec ses archipels épars et son climat océanique relativement doux et uniforme.

C'est précisément dans ces larges et tranquilles mers mésozoïques que put se développer et se transformer lentement d'une façon admirable une riche flore d'algues (par exemple à gyroporelles, etc.), mais spécialement une merveilleuse faune à foraminifères, à corallaires, à crinoïdes (les quelques groupes échappés à la crise anthracolitique), à mollusques de toutes formes, tandis que les poissons atteignirent bientôt leur plus haut degré d'évolution, *téléostéenne*, et même que nombre de reptiles variés s'adaptèrent à une vie nettement marine, comme les ichtyosaures, les plésiosaures, les téléosaures, etc.

Le peu d'étendue, au contraire, des aires continentales, tandis qu'elle permettait à peine, avec une climatologie favorable, le développement de quelques groupes soit de plantes (les zamiées, les cycadées, etc.), soit d'animaux (nombre de reptiles et les gigantesques dinosaures) contribuant peut-être même à provoquer l'évolution aérienne des ptérosaures, ralentit beaucoup d'autre part le procès évolutif soit angiospermique soit mammalogique, qui pourtant (au moins pour ce dernier) avait déjà pris naissance dès le commencement du mésozoïque.

Mais vers la fin de l'ère mésozoïque, pendant laquelle purent s'accumuler à l'intérieur de la terre d'immenses quantités d'énergie potentielle, se réveille l'activité diastrophysique qui se traduit par la révolution laramique ou alpine (orégonienne ou postcomanchéenne dans l'Amérique du Nord) qui fait passer rapidement une grande partie de la surface du globe de la phase éminemment thalassique de l'ère mésozoïque à celle essentiellement continentale de l'ère cainozoïque avec son cortège habituel de plissements et fractures de l'écorce et partant de soulèvements notables de montagnes, de grandioses érosions de puissants dépôts sédimentaires, de transgressions et discordances, de volcanismes (accompagnés probablement de forts séismes), de conditions météorologiques changées (nous pouvons dire empirées), à type varié selon les régions et les saisons, arrivant souvent au diluvianisme et parfois même au glacialisme.

(A suivre.)

F. SACCÒ,

*Professeur à l'Université de Turin.*

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

La lumière est une chose complexe. Déjà, dans l'antiquité, on savait que la lumière blanche du Soleil, en traversant une plaque de verre, *de forme irrégulière*, ou une goutte d'eau, donne les couleurs de l'arc-en-ciel, l'iris.

Kepler semble être le premier qui ait utilisé le prisme droit (1) pour étudier le phénomène de la décomposition de la lumière solaire (2). Il émit l'idée que le rayon *réfracté* (3) par le prisme se colore par suite de sa « dispersion », c'est-à-dire par suite de sa décomposition en plusieurs rayons colorés. Kepler ne poursuivit pas son analyse.

Arrivons directement à Newton (4). On connaît ses mémorables expériences du spectre solaire.

Laissant passer un mince filet de lumière par un trou circulaire, percé dans le volet d'une chambre obscure, de manière à le recevoir *obliquement* sur l'une des faces d'un prisme, ce rayon, projeté sur un écran, n'apparaît pas comme une tache blanche. Il est transformé en une bande colorée dont les teintes se suivent comme celles de l'arc-en-ciel : *rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet*, mais par des

---

(1) *Prisme droit* = morceau de verre ou de cristal, triangulaire, dont les trois côtés sont égaux. Son pouvoir de dispersion varie selon la qualité ou la composition du verre ou du cristal employé, sa densité et la grandeur de l'angle de déviation. Le meilleur prisme est celui fabriqué avec la matière la plus fine et la plus dense possible et ayant le plus grand angle possible.

Les modalités de construction des prismes varient selon le but en vue.

(2) KEPLER, *Dioptrique*, 1611.

(3) *Réfraction de la lumière*. — Déviation éprouvée par les rayons lumineux en traversant *obliquement* la surface de séparation de deux milieux transparents, tels que l'air et l'eau, l'air et le verre, et vice versa. Il n'y a pas de déviation lorsque le rayon frappe *perpendiculairement* cette surface.

*Réfrangibilité*. — Degré de la réfraction, de la déviation d'un rayon lumineux. Les rayons rouges sont les moins réfrangibles, et les violets sont les plus réfrangibles.

(4) Grimaldi, Descartes, Huyghens se sont occupés de la réfraction de la lumière avant Newton. Huyghens donna corps à l'idée que les particules lumineuses vibrent, — idée déjà vaguement exprimée de son temps —, produisant des *ondulations* dans un milieu très subtil, nommé éther, qui les transmet; ondulations reçues par l'œil et produisant la sensation de la vision. La théorie des *ondulations* fut surtout établie par l'illustre physicien français Fresnel (1788-1827), et confirmée par les expériences de ses éminents confrères Foucault (1819-1868) et Fizeau (1819-1896).

gradations insensibles, si bien qu'on ne peut déterminer les limites exactes de chaque couleur.

Poursuivant ses expériences, Newton projeta successivement chacun de ces rayons colorés par un trou de l'écran, en le faisant traverser un second prisme pour le recevoir sur un second écran. La couleur de chacun de ces rayons *reste alors inchangée*, ce qui prouve qu'elle est *simple, homogène*. Il constate également que *l'angle de déviation, le degré de réfrangibilité* de chaque rayon, en traversant le prisme, varie d'une couleur à l'autre : minimum pour le rouge, il va en augmentant vers le bleu et le violet, où il est maximum.

D'après les résultats de ces diverses expériences, Newton formule plusieurs propositions, dont trois surtout sont mémorables; elles forment le point de départ de l'analyse spectrale :

*I. — Les lumières qui diffèrent de couleur diffèrent aussi de réfrangibilité.* En d'autres termes, sur les lumières qui diffèrent de couleur, le prisme agit différemment.

*II. — La lumière blanche du Soleil consiste en rayons de réfrangibilité différente*, ce qui signifie que la lumière blanche elle-même est formée par la combinaison de rayons de réfrangibilité différente. Cette proposition s'applique à toute lumière blanche, quelle qu'en soit la source : Soleil, lampe, bougie, lumière électrique, etc.

*III. — Ces rayons sont réfractés sans dilatation et sont indécomposables.* Leur lumière est simple ou homogène.

Newton recommande de faire passer le rayon de lumière par un trou circulaire (rond) ou oblong, très fin, afin que la séparation des rayons simples, composant la lumière blanche, s'effectue avec plus de précision. En réalité, avec son procédé, cette séparation n'est pas bien obtenue. Mieux eût valu employer *une fente* très étroite, à bords bien parallèles. Ce progrès si simple, et qui devait avoir des conséquences si importantes, ne fut réalisé que cent et cinquante ans plus tard, en 1802, par le physicien anglais Wollaston (1766-1828). Au moyen de la fente, le spectre obtenu est plus pur, chaque couleur, au lieu d'avoir des limites indécises et d'empiéter sur sa voisine, est mieux séparée et distincte sur l'écran. Mais un fait plus capital fut révélé par cette innovation. D'après Newton, le spectre de la lumière solaire est continu, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune solution de continuité sur toute sa longueur, du rouge au violet, et l'image du spectre est en effet telle avec le trou circulaire, ou oblong. Quand Wollaston utilisa la fente, il

constata que *le spectre, au lieu d'être continu, était DISCONTINU; il était strié par une succession de lignes sombres ou noires, extrêmement fines.*

De là, ces *raies*, semblables à la fente, dont il est constamment question en spectroscopie.

Mais Wollaston n'attacha pas une attention suffisante à ces lignes sombres; ce fut le célèbre opticien Fraunhofer (1787-1826), de Munich, qui, sans avoir connaissance de la découverte de Wollaston, les aperçut à son tour et en fit une étude approfondie. Pour déterminer les indices de réfraction de différents verres pour des couleurs données, il monta un appareil composé d'un bon prisme de cristal (flint glass), traversé par les rayons colorés reçus à travers d'une fente étroite du volet d'une chambre noire; les spectres ainsi obtenus étaient observés au moyen d'une lunette astronomique (un théodolite), au lieu d'être projetés sur un écran. Le prisme était placé devant l'objectif de la lunette, et l'appareil ainsi construit se trouvait à une dizaine de mètres de la fente. Il étudia ainsi la lumière de différentes sources, puis celle du Soleil, de la Lune, des planètes, des étoiles et de l'étincelle électrique. Il publia le résultat de ses premières recherches en 1815. Il en conclut que *les raies sombres observées dans le spectre de la lumière solaire ont leur origine dans la nature même de cette lumière, et qu'elles ne peuvent être attribuées à une illusion, à l'aberration, ou à une autre cause secondaire* (1). Dans le dessin du spectre solaire qu'il établit, on compte 576 raies sombres, ou noires, de différentes largeurs, mais pour la plupart excessivement étroites. Il remarqua qu'elles occupent une place fixe, bien déterminée, par rapport aux couleurs des différentes parties du spectre, et que leur distance respective ne varie pas lorsqu'on emploie le même prisme pour les observer. Il désigna les huit raies les plus visibles par des lettres majuscules de A à H, désignation qui a été conservée. A et B se trouvent dans la partie rouge du spectre, C dans l'orangé, D entre l'orangé et le jaune, E dans le vert-jaune, F dans le vert-bleu, G dans l'indigo (bleu foncé), H vers l'extrémité du violet. Il désigna respectivement par les lettres minuscules *a* et *b*, un groupe de raies fines, sombres qui se remarque entre A et B, et un autre entre E et F, mais plus à proximité de E (voir fig. 1). A et B sont des *raies telluriques*; les six autres sont des

---

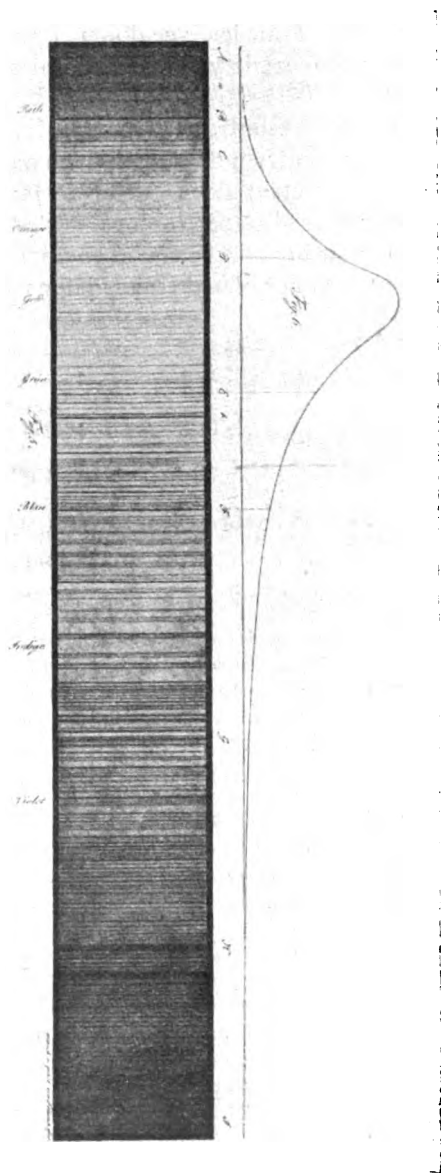
(1) Denkschriften der K. Akad. der Wissenschaften zu München, 1814-15, Band 5, p. 193-226.

*raies solaires*. C et F appartiennent à l'hydrogène; D au sodium; E et G au fer; H au calcium.

Les raies sombres, ou noires, du spectre solaire ont reçu le nom de *raies de Fraunhofer*. Elles apparaissent surtout nombreuses — plusieurs milliers, — lorsque, comme on peut le faire maintenant par des dispositifs appropriés, le spectre est largement étalé.

Sur le dessin de Fraunhofer, l'intensité lumineuse des diverses parties du spectre est représentée par une courbe qui, partant de la couleur rouge, indique le maximum d'intensité dans le jaune, pour redescendre graduellement vers le violet, où elle est minimum. On a là un premier essai de *spectrophotométrie*.

Fraunhofer s'appliqua à mesurer minutieusement les indices de réfraction des raies sombres. Procédant par comparaison, et observant le spectre de la lumière des nuages, du ciel bleu, de la Lune, des planètes, notamment de Vénus, il put constater que ces spectres apparaissent identiques à celui du Soleil et que les raies y occupent la même place, ce qui indique leur commune origine. Ces corps ne sont donc pas lumineux par



eux-mêmes ; leur lumière est celle du Soleil, qu'ils réfléchissent.

On pouvait se demander si les raies sombres du spectre solaire n'étaient pas dues à l'atmosphère terrestre, traversée par les rayons du Soleil. Pour lever ce doute, Fraunhofer analysa le spectre de certaines étoiles; il y trouva des raies différentes de celles du spectre solaire.

Les étoiles ont donc leur lumière propre. Quant aux nébuleuses, l'illustre opticien de Munich n'en parle pas dans ses mémoires, ce qui s'explique étant donné l'état de la science de son temps. Par son application du spectroscope — c'est-à-dire de l'appareil qui en tint lieu pour lui — à l'examen comparatif du spectre de certains corps célestes, il posa les premiers jalons de l'*astrospectroscopie*.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

## UN ASTRONOME BELGE

Louis NIESTEN (1844-1920)

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

(Suite.)

53. La durée du jour sidéral est-elle constante? (IV, 1883-84, p. 529-537) :

L'auteur donne la définition de ce qu'on entend par jour sidéral, indique quelles en sont les subdivisions. Niesten pose la question de savoir si la durée du jour sidéral est constante. Il semble que tout d'abord on ait admis une durée uniforme. Képler cependant émit le soupçon que la rotation de la Terre ne se fait pas avec une vitesse parfaitement uniforme. La mécanique céleste a permis d'évaluer les inégalités de ce mouvement par les travaux de Léonard Euler, confirmés par ceux de Hennert et de Frisius (1786) et développés par Laplace (1798) qui rechercha la cause de l'accélération du mouvement de la Lune autour de la Terre : il trouva que la diminution séculaire de l'excentricité de l'orbite de la Terre devait amener une accélération dans ce moyen mouvement, et il calcula la grandeur de cette accélération se montant à  $10''^{18}$  par siècle, ce qui fait qu'au bout de 2 000 ans la longitude de la Lune se serait accrue de 4 000 secondes ou 66 minutes, c'est-à-dire plus de 1 degré.

Le résultat de Laplace fut confirmé par les travaux de Damoiseau, de Plana, de Carlini et de Hansen. — En 1853, cependant, J.-C. Adams se chargea de recalculer l'effet de la variation de l'excentricité de la Terre sur le moyen mouvement de la Lune. Il signala une grave erreur dans la méthode employée par Plana et Damoiseau pour arriver à la détermination de l'accélération séculaire de la Lune. Poussant les calculs plus avant que Laplace, il fut amené à indiquer  $5''^{64}$  pour cette valeur, soit la moitié de la valeur admise



jusqu'alors. Ce résultat donna lieu à une très remarquable discussion scientifique entre Hansen, Plana et Pontécoulant, d'un côté, et de l'autre, Adams et Delaunay, qui obtint un résultat concordant presque avec celui d'Adams :  $6''11$ .

Adams démontra ensuite avec évidence que les méthodes de Plana et de Pontécoulant étaient erronées; Cayley, Delaunay, sir John Lubbock, par de nouvelles méthodes, arrivèrent à confirmer le résultat d'Adams.

On se demanda aussi quelle serait la cause qui, altérant la rotation de notre globe, pourrait modifier la longueur du jour. On invoqua alors l'action des marées, envisagées comme un frein appliqué au mouvement diurne de la Terre. Niesten signale à ce sujet des travaux de Kant (1754), de Mayer (1848), de Ferrel (1854), et de Croll (1864); l'opinion de Delaunay, qui accepta l'idée qu'une partie de l'accélération séculaire de la Lune n'est qu'un effet du ralentissement de la rotation de la Terre, la marée agissant comme un frein sur sa surface; cette opinion fut appuyée par des travaux de Thomson, de Moldenhauer et de G.-H. Darwin, toutefois ce ralentissement très lent mais progressif du mouvement de rotation de la Terre n'est pas constant; il est sujet à certaines fluctuations, mises en évidence par la variation que subit l'accélération séculaire de notre satellite.

La conclusion de L. Niesten est qu'on est obligé « d'admettre soit que le mouvement de la Lune est soumis, de la part des corps célestes, à une action autre que celle de la gravitation, ou que ces inégalités ne sont qu'apparentes, et qu'elles sont réellement le fait de petites variations dans le mouvement de rotation de la Terre autour de son axe, conséquemment dans la longueur du jour ».

54. Les cratères Messier (avec planche par E. Stuyvaert) (V, 1884-85, p. 8-13) :

L'auteur veut démontrer dans ce travail que bien que certains détails présentent dans leur aspect des changements si considérables, qu'on ne peut se défendre de les regarder comme réels, il est cependant permis d'en douter et, par application, il cite les cratères Messier, appelés ainsi par Schröter du nom du célèbre chercheur de comètes.

Beer et Mäller examinèrent ces cratères plus de trois cents fois entre 1803 et 1837 : pendant tout ce temps, les cratères leur parurent semblables en formes et en dimensions. Aujourd'hui, il n'en est plus de même : les deux cratères n'ont plus cette même similitude. Le fait a été constaté par Webb en 1855. Nesson confirme la chose.

Pour Niesten, d'après les dessins pris le 17 février 1881 et le 14 juillet 1881, par E. Stuyvaert, ce changement paraît très douteux : un coup d'œil sur les deux figures montre le changement considérable qu'un éclaircissement un peu différent amène dans l'aspect des cratères et dans leur délimitation.

55. L'orbite de la grande comète de 1882 (V, 1884-85, p. 81-84) :

Il s'agit de la comète apparue en septembre 1882 : les calculs de son orbite ont donné les résultats les plus discordants. Depuis le jour de la découverte jusqu'en octobre, le noyau présente un disque circulaire; à la fin d'octobre, le noyau devient elliptique. Chandler a obtenu pour la révolution de la comète des périodes variant de 3115 jours à 4070 ans. Suivant Niesten, la période la plus probable doit être comprise entre 72 et 793 ans.

Morrison, de Washington, est parvenu à déterminer les éléments d'une orbite satisfaisants aux meilleures observations de la comète pendant la période entière de sa visibilité, du 8 septembre 1882 au 26 mai 1883. Ces éléments, comparés avec ceux déterminés par Frisby et H. Kreutz, permettent de constater une concordance remarquable pour tous les éléments, excepté pour le temps de la révolution. La grande comète de 1882 est probablement identique à celle de 370 av. J.-C., suivant Maxwell Hall.

56. Nova Andromedae (avec planche) (VI, 1885-86, p. 313-317) :

L'auteur commence par attirer l'attention sur la grande nébuleuse d'Andromède (Messier 31), d'après le catalogue de nébuleuses dressé par cet astronome. Il cite la description de Simon Marius, qui vit cette nébuleuse le 15 décembre 1612, pour la première fois, à l'aide d'une lunette. Jusqu'au moment où l'auteur écrit, on n'est pas parvenu à décomposer cette nébuleuse en étoiles. La Nova Andromedae, découverte vers la mi-août 1885, est apparue vers le milieu de la nébuleuse à l'emplacement du noyau central. Niesten fait une description de l'aspect de la Nova, telle qu'elle s'est révélée aux lunettes astronomiques; il en donne la position observée aux instruments méridiens, et les coordonnées. Selon Niesten, on ne doit voir dans cette Nova qu'une étoile temporaire. L'auteur cite une remarque faite par John Herschel au sujet des étoiles temporaires et termine en signalant différentes observations faites au sujet de cette Nova par E. Stuyvaert, Ward, Lajoie, Common, etc.

57. L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887 (avec cartes) (VIII, 1887-88, p. 177-179, 297-302) :

L'auteur signale la rareté des éclipses totales de Soleil au XIX<sup>e</sup> siècle et qui furent visibles en Europe occidentale. Il donne les caractéristiques de celle du 19 août 1887 et indique les régions où il y aura totalité de l'éclipse. Il mentionne ensuite les missions envoyées pour observer ce phénomène très important.

Niesten fut chargé officiellement d'aller observer le phénomène en Russie : il se rendit à Jurjewitz où il accompagna M. Belopolsky. Le temps pendant l'éclipse ne fut pas favorable. « Au moment de la totalité, dit Niesten, les nuages se dégagèrent un peu, et je pus, avec le chercheur de comètes de Cauchoix, voir la chromosphère, quelques protubérances et les appendices de la couronne. » La lettre de Niesten est très intéressante pour les détails qu'il donne au sujet de l'éclipse et de l'impression produite par le phénomène sur le peuple russe.

58. L'éclipse de Lune du 17 janvier 1889 (IX, 1888-89, p. 539-547) :

L'auteur indique dans cet article la marche de l'ombre de la Terre sur le disque lunaire pendant la durée du phénomène.

59. L'éclipse totale de Soleil du 1<sup>er</sup> janvier 1889 (avec planche) (IX, 1888-89, p. 570-571) :

Niesten reproduit un dessin transmis par M. David Todd, directeur de l'Observatoire d'Amherst (Massachusetts), dû à M. Van Harlingen. Ce dessin représente la région près du pôle nord du Soleil et a été pris à Winnemucca (Nevada). L'auteur du dessin a réussi avec délicatesse à fixer les fins détails de la région polaire de la couronne. Ces dispositions avaient été prises pour étudier les filaments coronaux avoisinant les pôles du Soleil.

60. Du diamètre des petites planètes (XI, 1890-91, p. 73-80) :

Niessen fait l'historique des recherches que suscitèrent les découvertes des petites planètes situées entre Mars et Jupiter : il cite les travaux d'Olbers, de Mauvais, de Gould, de d'Arrest, de Plana, de Le Verrier, de Kirkwood, d'Hornstein, de Newcomb, de Doberck, de Jahn, de Flammarion.

Il entreprend de rechercher les dimensions des astéroïdes (connus jusqu'en 1890).

A ce point de vue, les premières recherches entreprises furent celles de Schröter, d'Herschel, de Mädler et de Lamont ; à l'aide de mesures micrométriques, ils essayèrent de déterminer les diamètres de Cérès, de Pallas, de Junon et de Vesta.

Aujourd'hui (en 1890), dit l'auteur, c'est par la photométrie que l'on essaie de déterminer les dimensions des petites planètes ; c'est ainsi que Ferguson, Argelander, Stone et E.-C. Pickering notamment, ont pu par ce procédé déterminer approximativement les dimensions de quelques-uns de ces astéroïdes.

L. Niessen a établi les diamètres des 265 petites planètes connues jusqu'à la fin de 1886 : en un tableau, il donne ces diamètres et les volumes de ces petites planètes.

61. Les petites planètes (XI, 1890-91, p. 153-160) :

L. Niessen consacre une étude d'ensemble aux petites planètes : dans ce travail, il traite : 1° de la découverte des petites planètes ; 2° de leur nombre ; 3° de leurs noms. L'auteur publie tout d'abord le tableau des noms, par ordre alphabétique, des astronomes qui ont découvert des astéroïdes. A la fin de 1889, 237 de ces petits corps étaient connus. Les noms donnés aux petites planètes ont été empruntés à la mythologie grecque, aux lieux où les découvertes de ces astres ont été faites, ou bien on leur a appliqué le nom de personnages marquants appartenant à la politique ou aux sciences. On désigne aujourd'hui les petites planètes par le numéro de l'ordre chronologique renfermé dans un cercle, en y ajoutant un nom emprunté à la mythologie ou aux légendes.

L'auteur termine en donnant la liste des noms des petites planètes par ordre alphabétique.

62. Une nouvelle classe d'étoiles doubles (XI, 1890-91, p. 197-198) :

Niessen cite un extrait du rapport de J.-C. Houzeau sur les travaux de l'Observatoire royal de Bruxelles pendant l'année 1877, rapport dans lequel ce dernier expose son intention d'observer le déplacement des raies du spectre dans les composantes de certaines doubles physiques. Mais, par suite du retard apporté dans la construction de l'Observatoire d'Uccle, il n'a pu mettre ce projet à exécution. Cependant d'autres observateurs ont su tirer parti des progrès de la spectroscopie réunis à ceux de la photographie pour faire d'importantes découvertes dans le champ de recherches entrevu par Houzeau. Tels sont les travaux de Vogel à Potsdam sur le mouvement des raies dans le spectre d'Algol et de E. C. Pickering, à Harvard College Observatory, qui aboutirent à la découverte du dédoublement des raies dans le spectre de la Grande Ourse et dans le spectre de la Chèvre. Ces découvertes sont du

domaine de celles que Houzeau avait su si judicieusement indiquer, conclut Niesten.

63. Les sociétés astronomiques et les astronomes (XI, 1890-91, p. 329-334, 353-361 et 422) :

Etude consacrée à l'histoire des premières sociétés astronomiques Royal Astronomical Society, London (1820), Astronomische Gesellschaft (1863), etc. A ce propos, Niesten signale la première édition de la *liste générale des observatoires et des astronomes, des sociétés et des revues astronomiques*, par A. LANCASTER, et, d'après ce travail : Società degli Spettroscopisti Italiani (1871), l'Astronomical Society de Liverpool (1882), l'American Astronomical Society (1884), l'Astronomical Society of the Pacific (1889), la Société astronomique de France (1887), etc. Il énumère les principaux vulgarisateurs de l'astronomie qui se sont révélés en France, en Angleterre, et en Allemagne, établit une statistique des revues astronomiques et des astronomes amateurs dans les différents pays.

Niesten montre l'importance des découvertes faites en astronomie par les amateurs et les philosophes qui s'occupaient d'astronomie par goût ; dans cette catégorie : Copernic, Newton, Hévelius, Fabricius, Carrington, Warren de la Rue, etc.

Niesten mentionne ensuite les noms d'horlogers, de mécaniciens, d'opticiens qui, par leur talent de constructeurs, ont rendu des services à l'astronomie : les Molyneux, les Dent, les Grubb, les Alvan Clark, les Secretan ; puis il énumère les noms de quelques mécènes qui ont consacré leur fortune au développement des progrès de l'astronomie : les Dudley, les Lick, les Bischoffsheim.

L'auteur dépeint la satisfaction que l'amateur doit trouver dans la culture d'une science aussi noble et aussi élevée que l'astronomie. Il fait un tableau émouvant de ce que doit ressentir l'astronome à la vue de tant de merveilles célestes et du spectacle magnifique qu'il contemple.

Autrefois, l'astronomie occupait une place beaucoup plus grande qu'aujourd'hui dans la vie des peuples. L'auteur justifie cette opinion par la citation d'un passage de J. C. Houzeau.

Il reste, dans le domaine astronomique, beaucoup de connaissances à acquérir et de découvertes à faire.

64. Les énigmes actuelles des éclipses de Soleil (XI, 1890-91, p. 425-436) :

Ce travail est rédigé d'après l'article de D. P. Todd : *Modern Eclipse Problems*, inséré dans le *Forum*, de juillet 1890.

Lors de l'éclipse de Soleil du 21 décembre 1889, visible dans le Benguela, l'expédition placée sous la direction de D. P. Todd eut, contrairement aux prévisions météorologiques, un temps défavorable. On peut se demander si le phénomène de l'éclipse ne produit pas dans les conditions climatiques les changements atmosphériques rendant l'observation impossible. Mais jusqu'ici il ne se trouve pas de raison plausible pour expliquer le fait.

L'auteur passe en revue succinctement les phénomènes ayant rapport à l'exactitude des prédictions des éclipses et au choix des points des stations les plus favorables pour l'observation.

Niessen insiste sur l'utilité et le but de l'observation des éclipses de Soleil (Etude de la couronne solaire, du magnétisme solaire et terrestre).

Suivant D.-P. Todd, le principal problème est celui relatif à la couche renversante; mais, à ce sujet, il y a controverse. Young est pour et Norman Lockyer contre : l'énigme reste à résoudre (1891).

Parmi les autres problèmes très importants, il faut citer celui des curieuses bandes d'ombre.

L'auteur s'étend sur l'étude de la couronne solaire pendant la période de totalité d'éclipse et montre la valeur de bonnes photographies, supérieures à tous les dessins.

Il faut aussi étudier la photométrie de la couronne et de ses diverses parties. Pour cela on emploie plutôt les procédés photographiques.

Niessen dit l'importance du rôle de la spectroscopie dans l'observation d'une éclipse de Soleil. (Etude des raies spectrales de la couronne dans ses différentes couches; étude des spectres obtenus à deux ou trois degrés de chaque côté du Soleil éclipsé, proéminences hydrogénées).

65. Les marées solsticiales (XIII, 1892-93, p. 97-101) :

L'article débute par l'opinion du général Baeyer au sujet du phénomène appelé marée solsticiale : sa note à ce sujet fit l'objet d'une discussion à l'Académie royale de Belgique et ensuite dans la revue *Ciel et Terre* (1885).

La théorie relative aux marées est établie, mais les faits n'ont pas encore corroboré cette théorie.

Les principales déductions faites par l'auteur sont les suivantes : 1° dans les mois d'été, le niveau des hautes mers est plus élevé que dans les mois d'hiver; 2° il faut admettre, avec Baeyer, que les marées sont plus considérables en été, à cause de la hauteur plus grande du Soleil en cette saison.

66. Aréographie. Description physique de la planète Mars (XIII, 1892-93, p. 195-211) :

Cette étude forme une monographie succincte, mais complète de la planète. Les différents points suivants sont traités dans ce travail : situation dans le système solaire, révolution, excentricité, distances entre Mars et la Terre, opposition, conjonction, diamètre apparent, diamètre réel, volume, aplatissement, phases, mouvement apparent, période synodique, époque de l'opposition la plus favorable, aspect de Mars, rotation, inclinaison de l'axe, année martiale, saisons, cartes de Mars, taches, nature de ces taches, fleuves ou canaux, nomenclature, méridien initial, étendue des mers et des continents, géographie de Mars (hémisphère austral, hémisphère boréal).

67. Ephémérides planétaires des Chaldéens (XIII, 1892-93, p. 274-277) :

L'auteur signale le travail du R. P. Lucas, S. J., paru dans la *Revue des Questions scientifiques*, 2<sup>e</sup> série, tome I<sup>er</sup>, 1892, et relatif à l'astronomie à Babylone. D'après cette étude, Niessen expose brièvement les résultats des travaux concernant la chronologie, puis l'astronomie : a) tables de calcul; b) tablettes planétaires; 1° éphémérides lunaires; 2° éphémérides planétaires.

68. Les plans planétaires et l'équateur solaire (avec figures) (XIV, 1893-94, p. 25-32) :

A propos des inclinaisons des orbites planétaires par rapport à l'équateur solaire, Niessen a trouvé intéressant d'étendre cette question et de l'appliquer

aux orbites des petites planètes. Il donne la valeur des inclinaisons des nœuds ascendants des plans des planètes principales rapportés à l'équateur solaire; il produit des tableaux : 1° de la distribution des nœuds ascendants des astéroïdes sur l'équateur solaire; 2° des inclinaisons des plans des orbites des petites planètes sur l'équateur solaire.

Une des conclusions du travail de Niesten est que « les planètes principales et les astéroïdes ont leurs nœuds sur l'équateur solaire à peu près dirigés vers le même point, 252° pour les premières, 210° pour les secondes. »

6). La distance des étoiles à la Terre (XIV, 1893-94, p. 73-81) :

Lorsque le soir, on contemple la voûte étoilée, on est amené à se demander à quelle distance de la Terre se trouvent ces milliers d'étoiles.

Pour établir ces distances, on commence par se rendre compte des dimensions de notre propre système planétaire.

La connaissance de ces dimensions est basée sur celle de la grandeur de la Terre. Après avoir établi les dimensions de celle-ci, il faut voir à quelle distance se trouve la Lune, l'astre le plus rapproché de nous (Lune à Terre = 384,300 kilomètres). La distance de la Terre au Soleil est de 152,070,000 kilomètres.

La distance de la Terre au Soleil servira d'unité pour calculer les dimensions de notre système planétaire, pour lequel l'auteur donne pour chacune des planètes la distance au Soleil (celle de la Terre étant 1) et la distance en millions de kilomètres.

L'astronomie moderne a dû vaincre de nombreuses difficultés pour arriver à pouvoir déterminer les distances de quelques étoiles.

A une parallaxe de 1" correspond une distance de :

31,550,600,000,000 de kilomètres;

6,310,000,000,000 de lieues;

2,493,000,000 de globes terrestres.

C'est là, suivant Niesten, la distance minima à laquelle une étoile peut se trouver, et sa lumière mettrait au moins trois ans pour arriver jusqu'à nous. Ce travail comprend un tableau des étoiles dont la distance est mieux connue.

70. Nature et rotation des satellites de Jupiter (XIV, 1893-94, p. 253-257) :

Dans cette note, l'auteur rend compte d'observations faites à Aréquipa (Pérou) à partir du 6 octobre 1893, par E.-C. Pickering, concernant la nature et la rotation des satellites de Jupiter. L'astronome américain constata la forme ovoïde et allongée que présentait le premier satellite; quant aux autres satellites, il trouva que ceux-ci n'étaient pas sphériques et qu'ils étaient allongés suivant l'axe perpendiculaire à leur orbite, donnant une apparence de révolution autour de leur grand axe, ce qui, dit Niesten, est une impossibilité physique. L'auteur signale des objections présentées à la thèse de E.-C. Pickering par Holmes. Il ajoute ses propres objections et se demande s'il ne faut pas attribuer la forme allongée présentée parfois par le satellite III à un ménisque moins lumineux de son disque ou à une phase.

(A suivre.)

AUG. COLLARD,

*Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.*

## Notes

**Prévisions du temps et radiotéléphonie.** — Depuis le 1<sup>er</sup> février, et grâce à l'obligeance du colonel Van Crombrughe, directeur de l'Aéronautique, le *poste radiotéléphonique* de l'aérodrome de Haeren (Bruxelles) émet à 12 heures et à 14 h. 50 m., un communiqué donnant un aperçu de la situation météorologique sur l'Europe et du temps qu'il fait en Belgique, ainsi que les prévisions pour la journée du lendemain. L'émission est retardée de quelques minutes lorsque le poste a une communication importante à échanger avec un avion en vol.

Les communiqués météorologiques destinés au public sont émis sur 1100 mètres de longueur d'onde. Les dimanches et jours fériés, ils sont remplacés par un communiqué *radiotélégraphique* unique, émis à 12 heures, sur 1500 mètres de longueur d'onde (ondes entretenues), par le poste de l'Institut royal météorologique (Indicatif : OPO).

De nombreux amateurs reçoivent régulièrement les bulletins météorologiques, non seulement en Belgique, mais aussi dans le nord de la France. La puissance du poste (1,5 kilowatt) est certainement suffisante pour assurer une réception régulière avec un simple poste à cristal, dans un rayon de 50 à 60 kilomètres, si l'antenne est établie dans de bonnes conditions. Un amateur reçoit le bulletin météorologique, aux environs de Marche, au moyen d'un poste à une seule lampe (détectrice). Plusieurs personnes de bonne volonté (commission de T. S. F. de l'Aéro-Club de Belgique) étudient le montage le plus simple susceptible d'assurer une bonne audibilité dans toute la Belgique. Ces initiatives sont heureuses, car la radiotéléphonie est le seul moyen pratique d'assurer à temps la diffusion des prévisions du temps. Il y a beaucoup à faire dans cette voie, pour le plus grand profit des communes rurales.

Le bulletin de 12 heures est établi d'après la carte synoptique du temps de 7 heures. Le personnel scientifique de l'Institut royal météorologique étudie également la situation de 13 heures. Cette étude permet de se rendre compte si les prévisions du matin peuvent être maintenues : c'est le cas le plus général. Le message radiotéléphonique de 14 heures 50 est alors une simple répétition de celui de 12 heures. Parfois, la situation de 7 heures est mal définie ou insuffisamment connue : des précisions ou des modifications sont alors apportées aux prévisions du matin.

Depuis quelque temps, l'élaboration des prévisions de l'Institut royal météorologique est basée en majeure partie sur les travaux des météorologistes norvégiens (V. Bjerknes, J. Bjerknes, Solberg), qui paraissent réellement féconds. La théorie du *front polaire* et les travaux des savants scandinaves sur la constitution des cyclones et la formation de la pluie ne sont cependant pas directement applicables dans tous les cas : ce sont alors les « types de temps » qui servent de base aux prévisions.

Les méthodes nouvelles de prévision ne sont pas encore appliquées en Belgique depuis un temps suffisant pour permettre d'établir une statistique des réussites : on peut cependant affirmer qu'elles constituent un progrès notable. J. J.

**Diamètres stellaires.** — Une note de M. F. G. Pease, de l'Observatoire du Mont-Wilson (nov. 6, 1922) (*Publications of the Astronomical Society of the Pacific*) annonce que des mesures du diamètre de  $\alpha$  *Orionis* ont été faites notamment les 14 et 15 octobre 1922, au moyen de l'interféromètre de 20 pieds attachés au grand réflecteur de 100 pouces.

La valeur trouvée est de 0",034. La première nuit d'observation a été notée excellente au point de vue visibilité ; la seconde nuit, la visibilité était moins bonne, quoique très satisfaisante, au moins par moments. Les mesures de septembre et novembre 1921 avaient donné 0",054 pour ce diamètre et celles de décembre 1920, par ciel très favorable, 0",047. Comme l'erreur de mesure n'atteint certainement pas 10 p. c., on arrive à la conclusion

d'une variation effective du diamètre de l'étoile, sauf à attribuer aux conditions de visibilité différentes les écarts constatés. E. D.

**Étoile double massive.** — Dans le volume II, n° 4 des *Publications of the Dominion Astrophysical Observatory*, le Dr J. S. Plaskett annonce la découverte de l'étoile la plus massive connue à ce jour. C'est l'étoile B. D. + 6°, n° 1309 qui est une binaire spectroscopique dont les masses des composantes seraient au moins 86 et 72 fois celle de notre Soleil. En partant des théories exposées par Eddington, les grandeurs absolues des deux étoiles seraient de — 6<sup>m</sup>25 et — 6<sup>m</sup>03 et la distance de la binaire correspondrait sensiblement à 10,000 années lumière ou plus de 3000 parsecs. E. D.

**β Ceti variable.** — Une dépêche de M. C. Flammarion, à l'Académie des Sciences, signale que M. Abbott, membre de la Société Astronomique de France, observant à Athènes, a constaté, le 13 février, un état inaccoutumé à l'étoile β Ceti. Celle-ci, de grandeur normale 2<sup>m</sup>2 et jusqu'ici considérée comme constante, était plus brillante qu'Aldébaran qui, elle, est de grandeur 1<sup>m</sup>06.

L'Observatoire de Juvisy a pu s'assurer de la réalité du phénomène. A Uccle, où le fait n'a été connu que par les journaux, aucune confirmation n'a pu être obtenue par l'observation, par suite du ciel couvert. E. D.

**Magnitude absolue de R. Z. Céphel.** — Suivant *Harvard Bulletin* n° 773, cette étoile a une vitesse transverse d'environ 1100 kilomètres à la seconde. Le calcul a été basé sur les mesures de mouvement propre de Groningue et d'Harvard et les mesures photométriques d'Harvard, en partant de l'hypothèse que la grandeur moyenne absolue photographique de l'étoile était de — 0<sup>m</sup>2. Ces données conduisaient à une grandeur absolue de — 0<sup>m</sup>6.

Comme résultat d'une étude spectroscopique, le Dr B. Lindblad de l'Observatoire d'Upsal (Suède) arrive à une grandeur absolue de — 0<sup>m</sup>7 pour cette étoile à son maximum ; la concordance est excellente. L'étoile semble être du type spectral A<sub>0</sub> à son maximum et du type A<sub>3</sub> au minimum. Les lignes de l'hydrogène sont très marquées. M. Lindblad est parti de l'hypothèse que les conditions sont comparables à la surface de la variable et des étoiles du type A ordinaire. (*Harvard Bulletin*, n° 778.) E. D.

**Éclipse partielle de lune du 3 mars 1923.** — A l'Observatoire d'Uccle, le phénomène n'a pu être observé. La Lune était masquée par les nuages au moment de l'entrée dans la pénombre ; la pluie qui a suivi à partir de 2 heures a empêché toute observation.

**Comète Baade.** — La dernière observation à Uccle date du 6 février ; l'astre était alors de grandeur 11<sup>m</sup>5 à 12<sup>m</sup> sans détails de structure spéciaux à l'observation visuelle.

Suivant *Beobacht. Zirkular*, n° 34, M. Baade, à Bergedorf (Hambourg) sur une plaque prise avec la comète comme objet guide et exposée quarante minutes, a retrouvé l'aspect signalé par M. Frost (*Harvard Bulletin*, n° 778) d'une double queue. L'une est très faible, s'étendant au plus sur une longueur de 17', tournée vers le Soleil mais faisant avec la direction noyau-Soleil, un angle de 40° environ, l'autre, d'une longueur de 100', est à l'opposé de cette même direction et faisant également un angle de 40°. E. D.

**Atmosphère de Vénus.** — Suivant une note envoyée à *Popular Astronomy* (numéro de janvier 1923) par le professeur J.-C. Duncan, Directeur de l'Observatoire Whitin (Wellesley-Massachusetts), des observations de Vénus ont été faites au voisinage de la conjonction inférieure, les 23 et 24 novembre 1922, au moyen du réfracteur de 12 pouces. Les effets lumineux dus à l'atmosphère de la planète étaient très marqués. Le 23 novembre, les cornes du croissant dépassaient distinctement le demi-cercle et le 24 novembre le disque entier de Vénus était visible. Le ciel était clair mais les images de qualité médiocre. E. D.



**Rotation de planètes.** — M. A. Kaul, dans un article paru dans *Physikalische Zeitschrift* (23, 184, 1922), propose une formule empirique pour le calcul de la rotation des planètes de notre système.

Cette formule est  $R^2 = \left(1 + rk - \frac{K}{r \cdot a^2}\right)^3$  dans laquelle  $R$  est la fraction de révolution axiale de la planète pendant le temps d'une révolution axiale de la Terre, c'est-à-dire un jour,  $r$  est le rayon équatorial de la planète, le rayon de la Terre étant pris comme unité, et  $a$  est la distance moyenne de la planète en fonction de la distance Terre-Soleil.  $K$  est une constante dépendant de l'inverse de la vitesse orbitale de la planète.

L'accord avec l'observation est complet pour la Terre, Mars, Jupiter et Saturne. Pour Vénus, le temps de rotation serait de 26 h. 28 m. 53 s., pour Uranus 13 h. 45 m. 18 s. et pour Neptune, 11 h. 4 m. 5 s. Pour Mercure, la formule donne un résultat imaginaire, le troisième terme qui représente une expression de la friction de marée produite par le Soleil sur la planète, devenant prépondérant.

L'écart pour Uranus est sensible et de nature à donner peu de créance à l'efficacité de la formule. La valeur adoptée généralement est, en effet, de 10 h. 50 m. 0 au lieu de 13 h. 45 m. O. Bergstrand, en 1904, par la théorie des perturbations, arrivait à 11 heures. Lowell et Slipher par la méthode spectroscopique, concluait à une durée de 10 h. 3/4, tandis que Campbell obtenait 10 h. 8 par la discussion des variations d'éclat. E. D.

**Copernic.** — Le 19 février 1923 était le 450<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de Nicolas Copernic. Pour célébrer cet anniversaire et rappeler aux générations futures la mémoire du génial astronome, gloire de la Pologne, l'*Université libre de Pologne* a décidé l'érection d'un Observatoire qui porterait son nom. Le terrain nécessaire est acquis et une souscription est ouverte pour recueillir les fonds destinés à la construction. Les dons en argent, matériel et livres peuvent être adressés au Recteur de l'Université, M. Stanislas Kalinowski, ou à M. J. Krassowski, professeur d'astronomie. E. D.

**Aide aux savants de Russie.** — Depuis 1914, les savants de la Russie ont été isolés du mouvement scientifique de l'Europe occidentale et de l'Amérique.

Pour remédier à cette triste situation, qui est des plus préjudiciable au développement intellectuel de ce pays, il s'est constitué en Amérique un « American Committee to aid Russian scientists ». Ce comité a pour but de recueillir, pour l'envoyer en Russie, de la littérature scientifique qui, par l'intermédiaire de la « American Relief Administration », sera ensuite distribuée aux universités, aux organisations scientifiques, ainsi qu'aux savants en particulier.

Au mois de juin 1922, la revue américaine *Science* annonçait la constitution de ce comité, en fit connaître le but et provoqua ainsi la générosité des institutions savantes et des hommes de science des Etats-Unis.

Déjà, on a pu réunir et expédier en Russie 9 tonnes de livres scientifiques américains, publications et périodiques divers parus depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1915. L. V. A.

## Bibliographie

*Bulletin de l'Observatoire de Lyon.* — Cette publication mensuelle, fondée avant la guerre, avait dû cesser de paraître en raison du grand cataclysme mondial de 1914-1918. L'après-guerre, par suite de la surélévation des matières premières et du coût de la main-d'œuvre, n'a permis à notre confrère de reprendre vie qu'en 1920 et ce au prix des plus grandes difficultés. M. Mascart, l'éminent directeur de l'Observatoire de Saint-Genis-Laval, esprit

très combatif, a tenu, par des efforts continus, à maintenir la vitalité du bulletin par une collaboration personnelle importante, tant météorologique qu'astronomique, par la création ensuite, à l'Observatoire, d'un organisme central européen de l'observation des étoiles variables, dont le bulletin publiera les travaux. L'Observatoire de Lyon a compté parmi son personnel feu Michel Luizet, observateur fécond et combien persévérant d'étoiles variables. Une quantité énorme de ses observations sont encore inédites. Grâce à une subvention accordée à M. Mascart, par l'Académie des Sciences de Paris, le bulletin de Lyon va pouvoir donner le jour à cette masse de documents si précieux pour l'étude des variables. E. D.

*Cours d'Astronomie*, par H. ANDOYER, Professeur à la Faculté des Sciences, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. — Première partie : Astronomie théorique. — Troisième édition, entièrement refondue (456 pages), 1923. — Librairie scientifique, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, Paris.

Tout en conservant le plan général de la deuxième édition de son *Cours d'Astronomie*, l'éminent professeur a apporté de nombreux perfectionnements à l'ouvrage, perfectionnements suggérés par l'expérience de l'enseignement. Il a complètement modifié l'exposition de la théorie de la précession, ainsi que celle de la théorie générale des éclipses. Dans ce premier volume est inclus, cette fois, un chapitre du second volume de l'édition précédente, relatif au problème de la détermination d'une orbite Képlérienne, par trois observations rapprochées, problème dont M. Andoyer donne une solution très élégante, toute différente de celle publiée en 1910. Une note sur le calendrier termine le volume.

L'auteur a conservé en entier le chapitre concernant la trigonométrie sphérique, estimant, avec raison, que souvent le lecteur, s'il ne veut recourir à un formulaire, perd une partie de son temps à la recherche d'une transformation de formules que sa mémoire infidèle ne lui rappelle pas en temps utile. Les données numériques, relatives aux éléments des corps célestes, ont été revues et mises d'accord soit avec les décisions intervenues depuis 1910, c'est le cas notamment de la valeur de l'aplatissement de la Terre (Décision de la Conférence internationale des éphémérides astronomiques (Paris 1911) et des quantités  $\varphi' - \varphi$  et  $\rho$  qui en dépendent (p. 93), soit avec les résultats des observations : Masses des planètes et de la Lune (p. 228) ; données sur le mouvement de la Lune (p. 300 et suivantes), données extraites des tables de E.-W. Brown, plus exactes que les tables de syzygies d'Oppolzer précédemment employées. Inégalités périodiques de la longitude de la Lune (p. 302) et diamètre apparent de la Lune, à la distance moyenne de la Terre, tel qu'il résulte des éclipses (p. 303).

L'auteur a heureusement introduit quelques tables succinctes, suffisantes toutefois pour la résolution de beaucoup de problèmes ; citons notamment : les tables relatives aux levers et couchers des astres et à leur passage dans le premier vertical (p. 133 à 142), et la table des valeurs comparatives des trois anomalies dans les calculs d'orbites (p. 214). Une note très développée traite également le cas des orbites très excentriques. E. D.

*Tables Logarithmiques à treize décimales*, par H. ANDOYER. — Paris, Librairie scientifique J. Hermann, 1922.

Ces tables sont un complément des « Nouvelles tables trigonométriques fondamentales », publiées en 1911 par le même auteur. Elles assurent au calculateur grâce à un minimum d'opérations auxiliaires, très faciles à effectuer, sans aucun tâtonnement, un résultat où l'approximation comporte treize chiffres utiles. Les tables en question constituent, par la facilité de leur emploi, un sérieux progrès sur les tables similaires existant jusqu'ici.

E. D.

VIENT DE PARAITRE

---

# LA PRÉVISION DU TEMPS

## SANS INSTRUMENT

---

Système pour la prévision de tous les Météores  
de deux à quatre jours d'avance.

---

Etude théorique et pratique de l'influence de l'électricité  
atmosphérique sur le système nerveux de l'homme  
au point de vue de la prévision du temps.

---

**2<sup>e</sup> Édition entièrement revue et augmentée,  
avec deux Bulletins**

---

par **Hubert TSCHUSCHNER**

Membre de l'Association Française pour l'avancement des Sciences  
Ancien membre de la Société Météorologique de France  
Membre de la Société Astronomique de France  
et de la Société Belge d'Astronomie

---

Notice in-8° Raisin, 20 pages et un tableau, contenant  
tous les renseignements élémentaires pour la prévision  
du temps sans le secours d'aucun instrument.

A l'usage de tous ceux qui s'intéressent à la prévision  
du temps.

---

EN VENTE CHEZ L'AUTEUR :

4, Rue de Boulogne, Issy-les-Moulineaux (Seine) France

et chez GAUTHIER-VILLARS, éditeur,

107, boulevard Saint-Germain, à Paris

au prix de fr. **1.80**

---

**Envoi franco par poste contre mandat de 1 fr. 80**

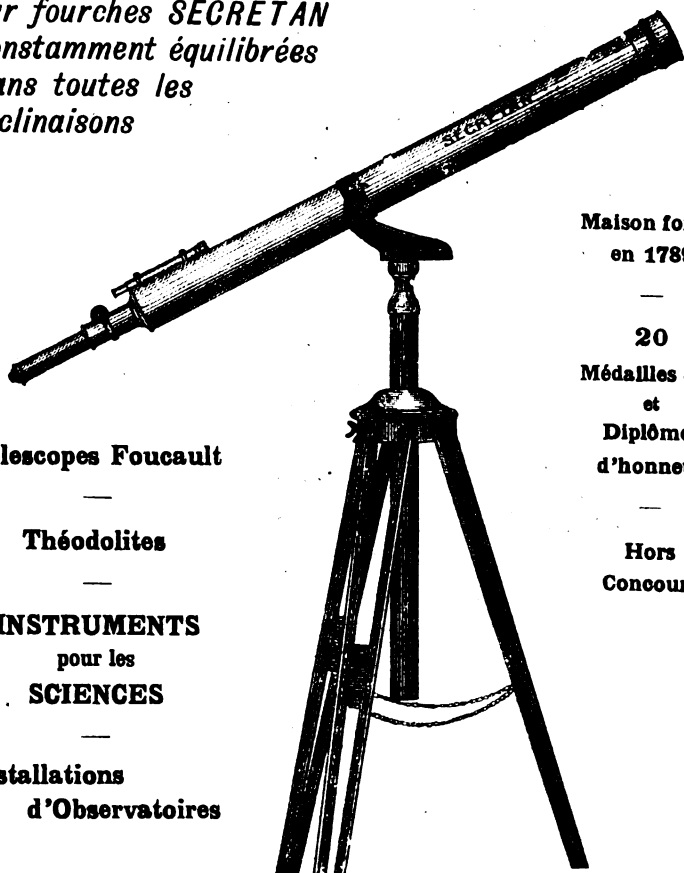
---

# Instruments de Précision

# SECRETAN

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

—  
Hors  
Concours

Demandez le catalogue

# SECRETAN

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.



BULLETIN

DE LA

**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Le synmétéoroscope Hurtado</i> , par Manuel M. S. Navaro, S. J.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 73    |
| <i>Les Nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 75    |
| <i>Les révolutions du globe</i> (suite et fin), par F. Sacco.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 79    |
| <i>Observations de Jupiter en 1922</i> , par le Dr G. Quignon.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 84    |
| <i>Un astronome belge : Louis Niesten (1844-1920)</i> (suite et fin), par Aug. Collard.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 86    |
| <i>Notes</i> : L'orogénie de la terre et ses lois fondamentales d'après le professeur F. Sacco, par E. L. L'étoile 77 Verseau. Variable R Verseau. Observations photographiques de l'éclat de Neptune. La nébuleuse cométaire 7009 Verseau. Memento de l'observateur, par M. H. Comité national de recherches de l'Union géodésique et géophysique internationale. Le geyser de Vichy-Bellerive, par E. L. Occultation par Jupiter. Occultations par la Lune. Eclipse de Soleil, par E. D. J.-C. Houzeau, météorologiste, par E. L. | 90    |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 96    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.  
Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.  
**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.  
**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.  
**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.  
**P.-L. DUPONT**, industriel; astronome amateur, à Bruxelles.  
**A. DE DORLODOT**, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.  
**H. CHARBONNEAU**, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.  
**MAX HAUPTMANN**, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BÉTHUNE**, **A. BRACKE**, **L. FREDERICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.



Par suite du départ à l'étranger de M. Georges Mignot, le service de la délivrance des cartes d'accès à notre Observatoire a été obligeamment repris par M. Albert Jorwitz, 106, rue Africaine, à Bruxelles, à qui nos membres désireux de visiter nos installations sont priés de s'adresser à l'avenir.

...the ... of ...  
 ... the ... of ...  
 ... the ... of ...  
 ... the ... of ...  
 ... the ... of ...  
 ... the ... of ...



## LE SYNMÉTÉOROSCOPE HURTADO

L'équipement scientifique de l'Observatoire de Cartuja (Grenade) vient de s'enrichir d'un nouvel appareil dû à l'ingéniosité d'un des assistants météorologistes, le frère lai Louis Hurtado. Il s'était distingué déjà comme habile sans-filiste et est l'inventeur d'un récepteur aussi simple que sensible, le radiotélélepte, qui fut très remarqué des spécialistes lors de l'exposition d'astronomie organisée à Barcelone en octobre 1921.

Le synmétéoroscope que nous donne maintenant le frère Hurtado est un tableau indicateur destiné à montrer d'un coup d'œil l'état de l'atmosphère à un moment donné et sur une portion quelconque de la surface terrestre, en utilisant les renseignements transmis par la télégraphie sans fil ; son nom de synmétéoroscope, emprunté à la langue grecque, rappelle, comme il convient, la fonction qu'il remplit.

Dans l'exemple actuel, il s'applique à l'Espagne. Une carte géographique d'un mètre carré de surface, sur laquelle les mers sont peintes en bleu et les terres en noir, représente

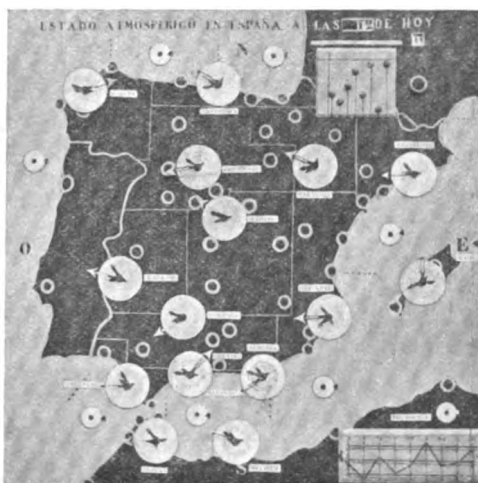


FIG. 11.

la péninsule ibérique divisée par des lignes blanches en régions météorologiques : ce sont d'ailleurs celles adoptées par le Bulletin journalier de l'Observatoire central de Madrid.

De petites circonférences blanches renseignent les lieux correspondants aux stations météorologiques principales ; celles dont les renseignements les plus importants sont radiotéléphonés trois fois par jour par la station de Carabanchel, ont des cercles plus grands d'environ neuf centimètres de diamètre. Sur ces sortes de cadrans, entre

des circonférences concentriques se trouvent inscrits : les états du ciel, une échelle de température et les degrés de la force du vent. On place en regard des endroits convenables de chacune de ces bandes, les extrémités de trois aiguilles indicatrices mobiles autour de l'axe du cadran; une quatrième aiguille, la plus longue, sert à marquer la direction du vent. D'autres petits cercles, placés sur les mers, indiquent l'état de celle-ci; en outre, deux petits tableaux, l'un carré (en haut à droite), l'autre rectangulaire (à droite en bas) renferment les données relatives aux prévisions pour les diverses régions météorologiques.

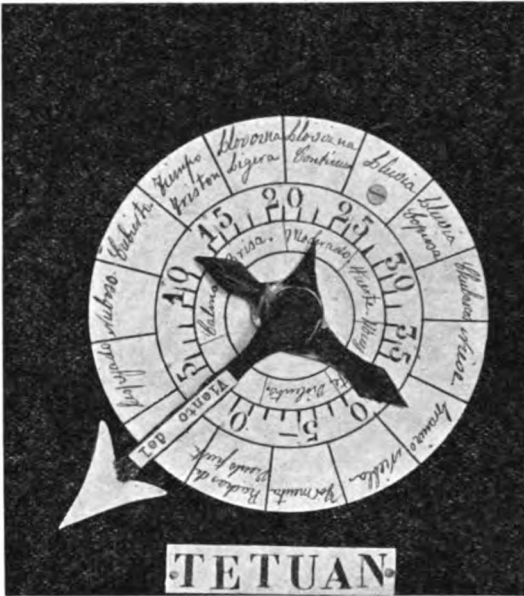


FIG. 12

Les deux figures jointes à cette notice compléteront cette description, peut-être un peu sommaire, d'un appareil qui certainement présente un réel intérêt pour le grand public; il pourrait même, semble-t-il, rendre de très réels services pour la prédiction du temps, même aux professionnels; enfin, en France tout au moins, où une législation éclairée favorise avec raison les sans-

filistes (qui par ce fait même y sont légion, de semblables tableaux, exposés par exemple sous les portiques d'un établissement universitaire, y seraient reçus avec joie.

De plus avec un grand modèle comprenant l'Europe occidentale et les régions météorologiquement voisines à l'ouest et à l'est, et surtout si les terres possédaient des côtes générales d'altitude (comme l'excellente carte météorologique belge due à l'initiative du jeune directeur de l'Institut météorologique, M. Jaumotte), l'on pourrait faire des

études extrêmement intéressantes et s'en servir pour populariser la météorologie, en l'exposant dans un local facilement accessible à un public nombreux.

MANUEL M. S. NAVARRO, S. J.

Directeur de la Station sismologique  
de Cartuja (Grenade).

---

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

LE SPECTROSCOPE. — Fraunhofer a aussi apporté plusieurs perfectionnements importants au spectroscope primitif, sans lesquels les résultats acquis auraient été moins brillants. Il intercala une lentille entre le prisme et l'objectif du théodolite, ce qui produit l'élargissement des raies du spectre, sans altération. Quelques années plus tard, Simms et Swan, en Angleterre, ajoutèrent au spectroscope ce que l'on a appelé le *collimateur*. Il consiste en une lentille placée entre la fente qui reçoit le rayon lumineux, et le prisme. Par son emploi, il n'est plus nécessaire que la fente soit à une grande distance du prisme et de la lunette, remplaçant l'écran, au moyen de laquelle on observe le spectre. De plus, les rayons arrivent au prisme en ordre plus compact et le spectre obtenu est plus pur. Une seconde lentille — dispositif imaginé par Fraunhofer — se trouve entre le prisme et l'objectif de la lunette. Tel est, en principe, le *spectroscope ordinaire*. Si la lunette est remplacée par une chambre photographique, de manière à enregistrer le spectre sur la plaque photographique, l'instrument s'appelle *spectrographie*.

Disons immédiatement, et pour ne plus devoir y revenir, que d'autres progrès notables ont encore été réalisés, ensuite, dans la construction des spectroscopes qui, au point de vue mécanique surtout, sont devenus plus compliqués. Il en existe actuellement un grand nombre de types répondant à des usages spéciaux : spectroscope à plusieurs prismes ; auto-collimateur ; à vision directe ; pour l'ultra violet ; pour l'infra-rouge ; sans fente ; à protubérances ; spectrohéliographe ; spectrophotomètre ; etc.

SPECTROSCOPE A RÉSEAU (nommé aussi *spectromètre*). Outre la réfraction des rayons lumineux par les prismes, Fraunhofer s'est aussi

occupé de leur *diffraction* (1). Afin d'essayer d'obtenir la formation de spectres plus purs, il substitua au prisme ce qu'il a appelé *un grille*. Il imagina un système de fils très fins, parallèles et équidistants, qu'il remplaça, après de nouveaux essais, par une lame de verre striée de lignes, ensuite de traits laissant entre eux des intervalles transparents. Il put observer ainsi la production de *franges* colorées, qui formaient des spectres aussi beaux que ceux fournis par les prismes.

Les *grilles* de Fraunhofer furent nommés plus tard *réseaux*. Leur mode de construction fut amélioré; il en existe de différents modèles. Pour obtenir un résultat satisfaisant, il faut, au minimum, une quarantaine de divisions par millimètre. Mais les réseaux utilisés maintenant comptent près d'un millier de traits par millimètre. Ceux-ci sont gravés sur des miroirs en métal polis, au moyen d'une machine à diviser, ou sur des lames de verre. (Réseaux de Rutherford, de Rowland, de Michelson, etc.).

La lumière qui tombe sur un réseau est en partie réfléchie, comme par un miroir ordinaire, sans être altérée; mais, de chaque côté et à une certaine distance, il se forme un spectre (nommé spectre de premier ordre). Au delà se montre un autre spectre ayant une dispersion plus grande et une luminosité moindre (spectre de deuxième ordre); puis un troisième, un quatrième, et ainsi de suite, la dispersion étant chaque fois plus étendue et la luminosité affaiblie davantage. Les réseaux produisent des spectres par suite de la séparation des couleurs, provoquée par l'interférence des ondes lumineuses, de différentes longueurs, qui les frappent. Des effets analogues peuvent être observés en regardant, à distance, la lumière électrique à travers d'un mouchoir à mailles très fines.

L'inconvénient des réseaux est de produire une perte assez sensible de lumière et sa diffusion. Aussi, on ne les utilise généralement que lorsque les sources de lumière sont intenses : spectre du Soleil, de ses protubérances et de sa chromosphère, ou encore de la lumière électrique.

---

(1) *Diffraction de la lumière*. — En rasant les contours des corps, les rayons lumineux s'infléchissent, leur propagation ne se fait pas en ligne droite. L'ombre produite est bordée de petites bandes, nommées *franges*; celles qui sont à l'*extérieur* sont sombres, les *intérieures* sont brillantes. Ce sont ces modifications des rayons lumineux que l'on a désignés sous le nom de *phénomènes de la diffraction*. Parmi ces *franges*, il en est qui sont produites à l'intérieur de l'ombre d'un corps étroit; par le bord d'un corps opaque; par les petites ouvertures.

Leur emploi, au lieu de prismes, offre l'avantage de fournir un spectre plus pur, la lumière n'ayant pas de matière absorbante à traverser. Mais il existe une autre raison plus importante pour préférer, dans certains cas, le réseau aux prismes. On utilise, en effet, ce genre d'appareils, ainsi que l'ont fait Angström (1), Mascart (2), Rutherford (3), Rowland (4), Michelson (5) et d'autres physiciens, pour mesurer, d'une *manière relativement facile et avec la plus grande exactitude, la longueur des ondes lumineuses observées*. Parmi les spectroscopes à réseau, le spectroscopie à échelons de Michelson mérite une mention spéciale.

Or, la connaissance de la longueur des ondes lumineuses est capitale en spectroscopie; elle en forme la base. Dans la théorie des ondulations, au moyen de laquelle on explique les phénomènes de la lumière (la théorie dite des émissions, présentée par Newton ayant été abandonnée), les rayons du spectre ne se différencient que par leur longueur d'onde; chaque rayon a sa longueur propre. On en déduit le nombre de leurs vibrations par seconde. Ces longueurs sont toujours extrêmement faibles. Elles ne peuvent être mesurées directement; on n'y parvient que par des procédés délicats et par certains artifices que nous n'avons pas à exposer ici; les mathématiques interviennent également.

Dans l'atlas du spectre solaire dressé par Angström (1), les longueurs

---

(1) Angström (1814-1874) célèbre physicien suédois. Ses travaux en spectroscopie ont une grande valeur. Il fut l'émule de Bunsen et de Kirschhoff dans ce genre de recherches et revendiqua l'honneur de certaines découvertes qui leur sont attribuées.

Il publia son grand atlas du spectre solaire en 1869. C'est, dans son genre, un monument scientifique.

(2) Mascart (1837-1904), distingué physicien français. Travaux de valeur en physique, surtout en optique et en électricité.

(3) Rutherford, éminent physicien américain. Travaux remarquables en optique, en analyse spectrale, en radioactivité.

(4) Rowland (1848-1901), physicien américain éminent. Professeur à l'Université de J. Hopkins. A acquis une réputation mondiale par ses travaux en spectroscopie, notamment par l'invention de son réseau concave, en 1883, et par ses tables de longueur d'onde. Elles donnent la longueur d'onde de 20,000 raies environ. Des corrections ont dû y être apportées.

(5) Michelson, professeur de physique à l'Université de Chicago. Célèbre par ses remarquables travaux en optique, en spectroscopie. — Expériences avec Morley, dont les conclusions, au point de vue de la physique, ont ouvert le champ aux discussions sur les théories d'Einstein. — Invente le spectroscopie à échelons et l'interféromètre, au moyen desquels il obtient des résultats remarquables en astrospectroscopie. Il en sera question plus loin.

d'onde sont estimées jusqu'à un cent millionième de millimètre (0mm000 000 01).

Ci-après les longueurs d'ondes, exprimées en millimètre, des principales raies du spectre solaire, d'après Angström, compte tenu de certaines corrections :

|                                     |                              |                   |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Couleur rouge                       | { Raies telluriques          | { A. 0mm000 7594. |
|                                     | { ou Oxygène (douteux)       | { B. 0mm000 6867. |
| Orangé — hydrogène                  | C. 0mm000 6563.              |                   |
| Entre l'orangé et le jaune — Sodium | { D'. 0mm000 5896.           |                   |
|                                     | { D''. 0mm000 5890.          |                   |
| Vert-jaune — fer                    | E. 0mm000 5270.              |                   |
| Vert-bleu — hydrogène               | F. 0mm000 4861.              |                   |
| Indigo — fer                        | G. 0mm000 4307.              |                   |
| Violet                              | { Calcium : H'. 0mm000 3968. |                   |
|                                     | { Calcium : K. 0mm000 3933.  |                   |

On remarque immédiatement que la longueur d'onde décroît en partant de la couleur rouge (A) jusqu'au violet H.

Pour trouver le nombre de vibrations par seconde, pour chaque raie, il suffit de diviser la vitesse de la lumière, par seconde, par la longueur d'onde du rayon envisagé :

$$\begin{aligned} \text{Vitesse de la lumière par seconde} & \quad 300\,000 \text{ km.} \\ \text{Longueur d'onde de la raie A.} & \quad \frac{300\,000 \text{ km.}}{0\text{mm}000\,7594} = \frac{381 \text{ billions de vibrations (appr.)}}{\text{par seconde.}} \end{aligned}$$

$$\text{Pour la raie H'} \quad \frac{300\,000 \text{ kilomètres}}{0\text{mm}000\,3968} = \frac{763 \text{ billions de vibrations}}{\text{(approximatif) par seconde.}}$$

Deux unités sont généralement adoptées comme mesure de longueur d'onde (longueur d'onde =  $\lambda$ ) : le micron, millième de millimètre (0mm001) (10<sup>-3</sup>mm), représenté par  $\mu$  (mu); et l'unité d'Angström (U. A.), équivalant au dix-millionième de millimètre, 0mm000 000 1 (10<sup>-7</sup>mm). Cette dernière est surtout employée par les physiciens. Exprimées en U. A., les longueurs d'onde indiquées plus avant, se lisent : A. 7594; B. 6867, et ainsi de suite; ou en microns A. 0  $\mu$  7594; B. 0  $\mu$  6867...

Ce tableau indique que le spectre *visible à l'œil*, ou *spectre visuel*, est composé de rayons dont la longueur d'onde est comprise entre environ 0  $\mu$  4, extrémité violette, et 0  $\mu$  8, extrémité rouge du spectre. Mais, en réalité, celui-ci s'étend bien davantage. Déjà en

1800, William Herschel s'était rendu compte que, au-delà de l'extrémité rouge visible existait une radiation invisible intense; on l'a nommée région *infra-rouge*. D'après les mesures de Langley, effectuées au moyen du *bolomètre* (1), elle se prolonge à plus de cinq fois l'étendue du spectre visible entier. Les ondes de l'infra-rouge sont *calorifiques*. Elles sont les plus longues du spectre solaire et atteignent 5 microns 3, alors que, comme nous l'avons vu, à la limite du spectre visible, les rayons rouges n'atteignent que 0 micron 80 environ. On est parvenu à photographier les raies infra-rouges en 1880 (physicien Abney).

Par divers procédés, on a pu identifier des rayons infra-rouges jusque  $\lambda = 60$  microns (rayons restants de Rubens). Ce sont les plus grandes longueurs observées jusque maintenant, en dehors des oscillations électriques dont les plus courtes mesurent de 2 à 4 millimètres de longueur (ondes électro-magnétiques les plus courtes obtenues dans diverses recherches physiques). De 60 microns à 2 millimètres, il existe une lacune. On sait que les ondes électro-magnétiques produites en radiotélégraphie ont une longueur qui, selon la distance des postes à atteindre, varie de *quelques mètres* (par exemple 30 mètres de longueur environ pour les communications entre avions), à 30 000 mètres, ou davantage, pour les relations à très grande distance.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

## LES RÉVOLUTIONS DU GLOBE

(Suite et fin.)

Comme contre-coup de cette révolution laramique, nous voyons se produire rapidement, d'une façon analogue à ce qui s'était passé dans l'anthracolitique, une grave crise délétère chez les organismes marins, avec la disparition, parfois presque subite, d'une quantité de genres et

---

(1) Bolomètre = appareil très ingénieux et d'une sensibilité extrême, imaginé par le physicien américain Langley, en 1880, pour mesurer les différences de température excessivement faibles. Principe de l'appareil : un changement de température fait varier la résistance des fils métalliques d'un circuit électrique. Un galvanomètre très sensible indique ces changements lorsqu'un rayon lumineux est projeté sur une partie de ce circuit; on en déduit la température du rayon. L'inventeur estime qu'une variation de un cent millième de degré centigrade est appréciable au moyen de son bolomètre. (LANGLEY, *Proc. of the Americ. Acad. of Science*, Boston, 1881.)

de groupes d'animaux tout entiers, comme par exemple de très nombreux anthozoaires, d'une grande partie des crinoïdes, de beaucoup de mollusques, spécialement des hippuritidés, dicératidés, caprinidés, réquiénidés, nérinéidés, bélemnitidés, ammonitidés, etc., qui avaient pris un essor si admirable et un développement si extraordinaire dans les mers mésozoïques.

Au contraire, par l'élargissement du plateau continental (bien que, à cause de changement des conditions climatiques, beaucoup de groupes phytologiques disparaissent; par exemple, nombre de cycadées) les *plantes à fleurs* (angiospermes) pouvaient rapidement et merveilleusement se développer; en même temps se créa de la façon la plus remarquable une faune continentale avec des insectes, des oiseaux et des mammifères placentaires nombreux et variés qui caractérisèrent l'ère cainozoïque.

Il ressort de là que bien que des types de végétaux et d'animaux supérieurs eussent fait leur première apparition par évolution régulière vers la fin du mésozoïque, on peut dire cependant qu'une véritable révolution angiospermique, avioïdée et mammaloïdée se produisit à l'aube du cainozoïque.

Il est remarquable que tandis que les animaux autothermes, oiseaux et mammifères, trouvèrent dans leurs nouvelles conditions ambiantes le meilleur milieu pour leur rapide et splendide évolution, les reptiles, au contraire, qui avaient dominé sous les formes géantes les plus variées au cours du mésozoïque, furent presque complètement emportés par la révolution laramique ou alpine; seules subsistèrent les formes les plus petites, les plus agiles et les plus actives pouvant se cacher et se protéger le plus facilement, comme les lacertins, les ophiidiens, etc.

Pourtant, la révolution alpine ne cessa pas avec la première période de l'ère cainozoïque, mais eut des réveils plus ou moins intenses, en deux ou trois périodes (dans l'oligocène, dans le miocène et dans le mésopliocène), avec des répercussions relatives dans la disparition de certaines formes mammalogiques en particulier et l'apparition d'autres. Qu'il nous suffise de rappeler la diminution imprévue et très marquée des nummulites, orbitoïdes et alvéolines, qui avaient caractérisé par leur nombre immense, leurs variétés et leur gigantisme relatif les mers éocéniques, la disparition presque complète de ces formes à la fin de l'oligocène; le développement particulier de la faune des marais (à mélanies, mélanopsides, dreissen-



sies, etc.), dans le mésopliocène, etc., tandis que sur les aires continentales, à chaque diastrophisme orogénique correspondait une crise ou révolution biologique, spécialement sensible chez les mammifères qui disparaissaient ou se transformaient assez rapidement; le phénomène serait même très intéressant à examiner en détail, mais sortirait du cadre synthétique où je veux rester.

Nous arrivons finalement à la grande et dernière révolution terrestre, celle que nous pouvons dénommer pléistocénique ou diluvio-glaciaire; caractérisée par de grandioses phénomènes épéirogéniques et orogéniques, accompagnés comme d'ordinaire par un intense volcanisme et séisme et par l'accentuation du climat continental qui en fut la conséquence. — Le résultat naturel fut le grandiose phénomène glaciaire et diluvial, qui s'était plusieurs fois déjà produit dans les périodes précédentes de la révolution du globe, en s'accentuant naturellement pendant les plus importantes, comme l'antracolitique et la pléistocénique.

Dans le règne organique, la révolution pléistocénique causa l'émigration et même la destruction d'une quantité de formes, spécialement de celles plus élevées et compliquées, végétales et animales, qui ne purent s'adapter au nouveau milieu, par conséquent une séparation bien marquée entre faune et flore à climat tempéré, et faune et flore à climat chaud, etc., qui jusqu'alors avaient pu rester connexes.

Mais, d'autre part, elle représenta presque une poussée très efficace pour qu'une forme anthropoïdique, élevée, sous l'action aiguillonnante de conditions spéciales (en particulier climatiques et connexes) peu favorables, réussisse à évoluer rapidement hors du champ purement animal, arrivant ainsi à son humanisation spirituelle.

Aujourd'hui, la surface terrestre se trouve en son ensemble dans une phase de calme relatif, une stase, c'est-à-dire une période pliothermique et anorogénique.

Mais il est à prévoir que dans une époque géologique plus ou moins éloignée se produira une nouvelle *révolution postolocénique* qui pourrait provoquer une évolution supérieure, essentiellement psychique ou hyperpsychique de l'Humanité, qui sera, il faut l'espérer, la caractéristique de la future ère psychozoïque de la terre.

Naturellement, les révolutions du globe dont nous avons retracé le tableau ne se sont pas produites comme des phénomènes brusques et généraux, mais elles eurent généralement des prodromes et des suites, de manière à affecter la forme de phases d'accentuation avec phases intermédiaires de diminution.

En outre, ces révolutions ne sont que les principales, c'est-à-dire les plus accentuées et les plus générales, qui servent aux géologues à diviser l'histoire de la terre en de grandes ères; en plus de celles-ci il y en a eu beaucoup d'autres, moindres, plus ou moins régionales, qui eurent des répercussions biologiques moins importantes, souvent seulement locales; elles servent à distinguer dans les ères principales de nombreuses périodes et sous-périodes géologiques, qu'il est souvent difficile de paralléliser dans le temps pour des régions éloignées les unes des autres.

\* \* \*

Si enfin nous voulons rechercher la cause des révolutions du globe, nous la trouverons dans l'action rythmique qui se manifeste dans l'évolution de l'univers, des gigantesques pulsations stellaires aux microsismes et aux microvolcanismes terrestres ou aussi des minimes pulsations organiques aux plus sublimes pulsations psychiques.

Dans le problème qui nous occupe, c'est l'énergie propre du globe terrestre, énergie endogénique essentiellement thermodynamique, qui est en jeu. Celle-ci s'accumule durant des périodes plus ou moins longues pendant lesquelles a lieu dans la lithosphère une phase d'ajustement, d'accablement, presque d'effondrements et de dépressions corticales, avec prédominance de la tendance gravitationnelle centripète.

Dans cette période pliothermique, anorogénique, on constate à la surface du globe terrestre une grande extension des aires marines aux dépens des aires continentales qui se réduisent à des archipels avec climat océanique assez doux et régulier; on constate une phase de tranquillité relative, de stase, soit dans les phénomènes orogéniques, soit dans la sédimentation qui est de préférence fine et souvent argileuse-calcaire.

En une telle phase anorogénique, la vie organique, surtout la vie marine, peut se développer d'une façon lente et régulière, avec évolution darwinienne, dirai-je.

Mais naturellement, par l'accumulation lente mais continue des énergies endogéniques, restées longtemps assoupies à l'état potentiel, il arrive que l'effort orogénique intense, complexe, réussit à vaincre la limite d'élasticité ou de résistance corticale, brisant l'équilibre lithosphérique et provoquant ainsi une sorte de révolution diastrophique plus ou moins intense.

Alors s'ouvre une phase active (formative, déformative et transfor-

mative) de l'écorce terrestre, caractérisée par des soulèvements, épéiro-orogénique et dans l'ensemble diastrophique (au point d'apparaître parfois presque catastrophique) avec plissements, cassures, transgressions, etc.

Dans une semblable phase miothermique, orogénique, avec émer-sion des aires continentales et soulèvement des chaînes de montagnes, s'intensifient les phénomènes variés, plutoniques en profondeur, vol-caniques à la surface, sismiques etc., avec les transformations cor-rélatives oro-hydrographiques (et variations relatives dans les cou-rants marins et atmosphériques, l'augmentation de l'érosion, etc.), climatologiques (avec extension et accentuation du régime continental et partant fortes précipitations pluviales et neigeuses, avec phéno-mènes diluviens et glaciaires), lithologiques (par changement dans la sédimentation, en général plus grossière et plus abondante).

Par ces phases critiques et catastrophiques, une partie de la vie organique doit, par un naturel contre-coup, rapidement se transfor-mer avec une évolution devriesienne, dirais-je, pour s'adapter aux nouvelles circonstances, donnant naissance à des formes ou groupes nouveaux, ou bien, ne pouvant se transformer, devant périr ainsi qu'il a été observé en un si grand nombre de cas.

Des crises ou révolutions, ou, mieux, des évolutions rapides en dérivèrent (provoquées par les changements variés de milieu) qui semblèrent en premier lieu presque de nouvelles créations.

Enfin, l'effort orogénique passé, généralement dans des mouvements successifs ou répétés, ou moindres périodes géologiques, et relatives alternances physiques et partant biologiques, on retourne, par l'affai-blissement des énergies endogéniques, à la phase anorogénique, de tranquillité, de stase, et ainsi de suite.

De tout ce que j'ai répété plusieurs fois, il résulte un cycle géique complexe avec alternance de phases, tranquilles ou agitées, c'est-à-dire une longue série de fortes pulsations orogéniques de l'écorce terrestre, pulsations, qui selon leur importance et leur développement constituèrent les différentes crises ou révolutions du globe, plus ou moins importantes, physiques ou oro-hydrographiques, plutoniques, volcaniques, sismiques, climatiques et aussi biologiques; ce sont elles qui dans l'ensemble ont servi au géologue pour diviser l'histoire de la terre en ères et périodes.

F. SACCÒ,

*Professeur à l'Université de Turin.*

---

## OBSERVATIONS DE JUPITER EN 1922.

Les observations qui suivent ont été faites avec un équatorial de 10 centimètres d'ouverture et des grossissements variant de 80 à 240 fois. Je présente ici les meilleurs dessins pris pendant l'opposition de 1922. Assez souvent la planète a montré des détails très intéressants :

FIG. 1. — 18 mars 1922. 10 h. 30 m., T. M. G. — Ciel pur. Pas de lune. Bonne image. Gross. 130.  $\lambda^1 316^\circ 7$ .  $\lambda^2 311^\circ 1$ . — La tache rouge qui disparaît au bord occidental est pâle, allongée, ovale. Les bandes, au nombre de quatre, sont d'un gris assez sombre. La bande équatoriale boréale présente plusieurs petites taches claires ovales situées vers le méridien central. La calotte polaire australe paraît bien plus sombre que la boréale.

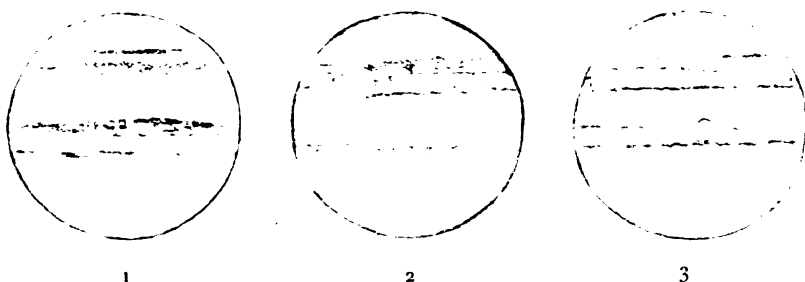


FIG. 2. — 23 mars 1922. 10 h. 30 m. à 10 h. 45 m. — Ciel pur légèrement brumeux. Image très bonne. Gross. 130.  $\lambda^1 141^\circ 0$ .  $\lambda^2 33^\circ 1$ . — La tache rouge bien visible est presque au bord occidental du disque. Sur le bord inférieur de la bande boréale on aperçoit une tache très claire, blanche, nettement visible, à bords nettement définis. La bande équatoriale N ne paraît plus dédoublée comme le 18 mars.

FIG. 3. — 26 mars 1922. 9 h. 35 m. à 9 h. 50. — Ciel très pur. Image excellente. Gross. 130.  $\lambda^1 57^\circ 7$ .  $\lambda^2 91^\circ$ . — Une tache claire ovale est visible sur le bord supérieur de la bande équatoriale N.

FIG. 4. — 6 avril 1922. 9 h. 05 m. — Ciel assez pur. Lune. Image médiocre. Gross. 130.  $\lambda^1 27^\circ 5$ .  $\lambda^2 87^\circ 4$ .

FIG. 5. — 16 avril 1922. 9 h. 15 m. — Ciel très pur. Pas de lune. Image excellente. Gross. 130 et 240.  $\lambda^1 155^\circ 5$ .  $\lambda^2 356,8$ . — Calotte boréale très sombre, paraissant plus sombre que les autres jours. La tache rouge assez pâle disparaît au bord occidental.

FIG. 6. — 23 avril 1922. 9 h. 45 m. — Ciel nuageux. Lune 0. Image médiocre, par instant assez bonne.  $\lambda^1$  347,3.  $\lambda^2$  330,1. — Tache rouge assez pâle, peu distincte.

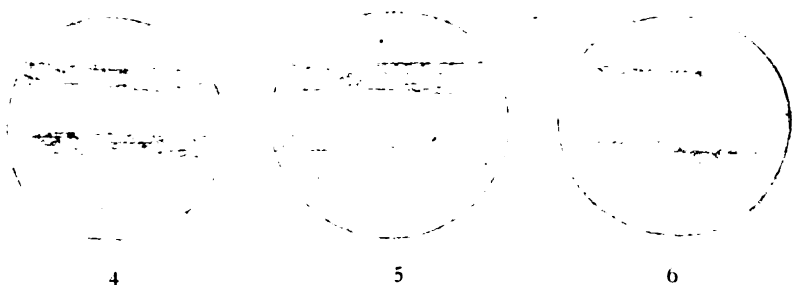


FIG. 7. — 27 avril 1922. 10 h. 15 m. à 10 h. 30 m. — Ciel très pur. Lune 0. Gross. 240. Image absolument excellente. De nombreux détails sont visibles. La tache rouge ovale, pâle, au voisinage du méridien central bien délimitée. Deux petites taches très blanches, ovales, la précèdent dans la bande. Dans la bande équatoriale boréale quatre petites taches blanches rondes sont nettement délimitées. On en aperçoit encore d'autres, mais bien plus vagues, difficiles à saisir, par instants seulement.  $\lambda^1$  142° 1.  $\lambda^2$  247° 4.



4 mai 1922. 9 h. 30 m. — Image excellente. Ciel pur. Lune premier quartier. Les bandes sont nettement marquées, mais ne présentent rien de particulier.

FIG. 8. — 5 mai 1922. 9 h. 45 m. — Ciel pur. Lune assez forte. Image très bonne. Gross. 130 et 240, ce dernier assez mal supporté par instants.  $\lambda^1$  111° 3.  $\lambda^2$  351° 8. — La tache est toujours bien visible,

très pâle. Dans son voisinage et en dessous on voit une tache ovale à contours peu définis et paraissant pointillés. Elle se trouve exactement au bord de la bande équatoriale australe. L'ombre d'un satellite se profile sur la bande boréale.

FIG. 9. — 13 mai 1922. 9 h. 30 m. à 9 h. 45 m. — Image excellente. Ciel très pur. Pas de lune.  $\lambda^1$  127,7.  $\lambda^2$  105° 1. — Cinq petites taches blanches sont visibles sur la bande tempérée australe. Les détails visibles sont difficiles à rendre sur le dessin.

Mons, 15 février 1923.

Dr G. QUIGNON.

## UN ASTRONOME BELGE

Louis NIESTEN (1844-1920)

### Liste analytique des travaux scientifiques de Louis Niesten.

(Suite et fin.)

71. Les mers polaires de Mars (XV, 1804-95, p. 475-482 et 529-536) :

L'auteur fait l'historique des différentes observations de Mars; il explique quand on peut voir l'une ou l'autre des deux taches blanches de Mars ou les deux. Ce fut Huygens qui le premier représenta la tache blanche polaire méridionale, le 6 et le 13 août 1672. William Herschel fut le premier à prouver par des mesures que ces taches sont des glaces polaires analogues à celles des pôles terrestres, fondant en été et se reconstituant en hiver. En 1784, Herschel étudia les pôles et l'inclinaison de l'axe de la planète.

Tour à tour, Messier (1783 et 1798), Schroeter (1785 à 1803), Flaugergues (1796 à 1813), Gruithuisen (1813 à 1817) observèrent les calottes neigeuses. Niesten cite ensuite les observations d'Arago (1811 à 1847), les conclusions de M. Camille Flammarion sur les observations faites de 1636 à 1850, puis il mentionne les travaux de Beer et de Mädler (1830 à 1841), de Schmidt, de Grant, de Mitchell, de Webb, de lord Rosse, de Lassell, de Main, de Nasmyth, de Noble, de Williams, etc. (1845 à 1856), de Liais (1860), de Secchi (1862), de Lockyer (1862).

L'auteur de ce travail donne les conclusions relatives à la période de 1830 à 1877 (variations des neiges polaires, leurs excentricités par rapport aux pôles géographiques, premières traces de taches et de sinuosités dans les dessins de la calotte polaire australe).

Niesten signale les résultats d'observations faites par lui-même (1877), par F. Terby, par Green, par Schiaparelli (opposition 1881-82) (1888), par Trouvelot (1882), par Perrotin (1886), par E.-C. Pickering (1890).

L'auteur termine par un résumé du sujet traité (il parle des calottes polaires, de l'accroissement et de la diminution des neiges polaires); il conclut à l'existence d'une atmosphère chargée de vapeur d'eau, atmosphère peu différente de la nôtre.

72. Les comètes périodiques attendues en 1896 (XVI, 1895-96, p. 580-584) :

Niستن énumère les comètes périodiques dont le retour était attendu en 1896 (comètes de Faye-Möller, de Tempel-Swift et de d'Arrest). Il fait l'histoire de chacune de ces comètes et consacre aussi quelques lignes au retour de la comète découverte par Brooks le 6 juillet 1889.

73. Un néphoscope simple (XVII, 1896-97, p. 621-627) :

Jusqu'à présent (1897) il n'existe pas d'instrument pour obtenir une mesure de la nébulosité qui se détermine d'après l'estime faite par l'observateur. Cette manière de procéder manque de précision scientifique et la valeur de telles observations est sujette à caution. Pour améliorer cette situation, l'auteur donne une méthode pour arriver à une meilleure estimation de la nébulosité. Cette mesure présentera l'avantage de donner des indications sur la nébulosité des différentes régions du ciel.

Avec le néphoscope imaginé par L. Niستن, on pourra obtenir la mesure de la nébulosité, l'aspect des nuages, la détermination de la vitesse angulaire de ceux-ci, la détermination de leur hauteur, etc.

74. (En collaboration avec E. STUYVAERT.)—L'éclipse totale de Lune du 27-28 décembre 1898 (XIX, 1898-99, p. 567-571) :

Cet article comprend les observations de L. Niستن faites à l'Observatoire royal d'Uccle, ainsi que celles de E. Stuyvaert sur la même phénomène. Il est à noter que ces observations ont été faites pendant une forte bourrasque, par un ciel brumeux et nuageux.

## H. — Les Mondes, Paris.

1. Les couleurs des étoiles doubles (Résumé du travail paru dans les *Bulletins de l'Académie Royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, XLVII, 1879, p. 50-59). — (L, 1879, p. 714-715).

2. La tache rouge observée par la planète Jupiter pendant les oppositions de 1878 et 1879. (LI, 1880, p. 341-347) :

Travail inséré tout d'abord dans les *Bulletins de l'Académie Royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, XLVIII, 1879, p. 604-617).

3. Alignements entre les étoiles (LIII, 1880, p. 563-566) :

Analyse du travail paru dans *Ciel et Terre*, sous le même titre (Cf. I, 1880-81, p. 184-188).

4. Des distances apparentes sur la voûte céleste (LIV, 1881, p. 264-265) :

Analyse de l'article paru dans *Ciel et Terre*, sur ce sujet (Cf. I, 1880-81, p. 535-538).

5. Conjonction de Vénus, de Jupiter, de Saturne et de la Lune (LIV, 1881, p. 344-345) :

Reproduit d'après *Ciel et Terre* (Cf. I, 1880-81, p. 570-571).

6. Nouvelle bande lumineuse (LIV, 1881, p. 345) :

Reproduit d'après *Ciel et Terre* (Cf. I, 1880-81, p. 571).

7. L'axe de rotation de Mercure (LV, 1881, p. 425-427) :

Travail reproduit d'après l'article de *Ciel et Terre* (Cf. II, 1881-82, p. 151-153).

8. Comment on essaie une lunette et comment s'en servir (3<sup>e</sup> série, II, 1882, p. 450-453 et 501-503).  
Réimpression de l'étude publiée dans *Ciel et Terre* (Cf. III, 1882-83, p. 153-159).
9. Disparition des satellites de Jupiter le 15 octobre 1883 (3<sup>e</sup> série, VI, 1883, p. 226-229).  
Reproduction d'un travail publié dans *Ciel et Terre* (Cf. IV, 1883-84, p. 343-352).

I. — *La Nature*, Paris.

Les couleurs des étoiles doubles (VII, 1879, I, p. 314) :

Réimpression des conclusions insérées dans le travail paru sous le même titre dans les *Bulletins de l'Académie Royale de Belgique*, 2<sup>e</sup> série, XLVII, 1879, p. 50-59).

J. — *L'Astronomie*, Paris.

1. (Avec E. STUYVAERT.) — Observations de Jupiter faites à Bruxelles (Observatoire) (XII, 1893, p. 87-89) (avec figures).  
Résumé des caractères principaux présentés par Jupiter en 1892.
2. Le cirque lunaire Flammarion (avec dessin de E. STUYVAERT) (XII, 1893, p. 301-303) :  
La conclusion de cet article est qu'il faut bien se garder d'admettre comme réels tous les détails trouvés sur les agrandissements des photographies, à moins qu'ils n'aient été vérifiés par des observations directes.

K. — *Congrès international de météorologie*, Paris, 1900. — *Procès-verbaux des séances et mémoires publiés par Alfred Angot*, Paris, Gauthier-Villars, 1901. Un vol. in-8°, p. 216-227.

A propos de la carte magnétique de la Belgique :

Contient un aperçu historique des travaux relatifs au magnétisme terrestre en Belgique jusqu'en 1899.

L. — *The Astronomical Register*.

1. Letter to the Editor of the *Astronomical Register* on Jupiter's bright Spot (Brussels, 16th September 1878) (XVI, 1878, p. 256-257).
2. The Red Spots on Jupiter (XVII, 1879, p. 118-119) :  
Extraits des observations faites sur des taches rouges de Jupiter par l'auteur de cette lettre, à Bruxelles, du 16 juillet à la fin d'octobre 1879.
3. The great spot in Jupiter (XVII, 1879, p. 266-269) :  
Niessen a fait de nombreuses observations de la tache rouge sur Jupiter depuis le 25 juin 1879; il décrit l'aspect de cette tache. Selon lui, des observations spectroscopiques et photographiques seraient très utiles pour la détermination de la constitution physique de cette remarquable tache. Il examine les nombreux travaux faits lors de précédentes oppositions pour retrouver mention d'une tache d'une telle grandeur; il cite notamment les dessins de Th. Bredichin.



M. — *Journal of the British Astronomical Association.*

1. The Red Spot on Jupiter. Translated from the French. (Avec figures) (I, 1890-91, p. 249-252).
2. On the Rotation of the Planet Venus (avec figures) (II, 1891-92, p. 16-25).  
Traduction anglaise du travail paru dans les *Bulletins de l'Académie Royale de Belgique*, 3<sup>e</sup> série, tome XXI, 1891, p. 452-470.
3. Areography. Physical Description of the *Planet Mars*. Translated by Lieut.-Colonel E. E. Markwick (II, 1891-92, p. 507-517) :  
Ceci est la traduction anglaise d'un travail inséré dans le volume XIII, 1892-93, p. 195-211, de *Ciel et Terre*.

N. — *Astronomische Nachrichten.*

1. Phénomène des satellites de Jupiter observés en 1878 à l'Observatoire royal de Bruxelles (XCIV. Band, 1879, p. 129-132) :  
Comprend les observations relatives à des phénomènes faites à l'Observatoire de Bruxelles en 1878.
2. (En collaboration avec E. STUYVAERT). — Observations de comètes et d'occultations d'étoiles par la Lune faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, à l'équatorial de l'est (0<sup>m</sup>15). (CXIV, 1886, p. 91-94) :  
Certaines observations ont été faites par L. Niesten; le reste du travail est dû à E. Stuyvaert.
3. Beobachtungen der totalen Mondfinsterniss 1888 Jan. 28 (avec E. STUYVAERT) (CXVIII, 1888, p. 375-376).

O. — *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft.*

1. Zeichnungen von Himmelskörper (XVI, 1881, p. 270) :  
Il s'agit de dessins des grandes comètes 1881, III et IV.
2. Die neue Brüsseler Sternwarte (XVI, 1881, p. 277).  
Courte description des plans du nouvel Observatoire.

P. — *Sirius.*

Ueber den in den Oppositionen von 1878 und 1879 auf der Oberflächen des Planeten Jupiter beobachteten rothen Fleck (avec planche) (XIII, 1880, p. 92-96).

Q. — *Ouvrage à part.*

Le ciel, son aspect, ses curiosités. Atlas élémentaire donnant l'aspect du ciel pour chaque mois de l'année, avec texte explicatif et description des principaux objets visibles dans une petite lunette. Bruxelles, s. d., 1 vol. in-plano.

Description des constellations visibles sous l'horizon de Bruxelles.

AUG. COLLARD,

Bibliothécaire de l'Observatoire royal  
de Belgique.

## Notes

**L'orogénie de la terre et ses lois fondamentales d'après le professeur F. Sacco.** — Le beau travail synthétique retraçant l'histoire géologique de la Terre, que le professeur Sacco a bien voulu donner à *Ciel et Terre*, et que publie en ce moment notre Bulletin, forme en quelque sorte une préface à la science géophysique actuelle et c'est à ce titre surtout que malgré ses contingences plus spéciales à la géologie, il nous a paru devoir intéresser particulièrement nos lecteurs. Le professeur Sacco s'est fait connaître dans le domaine des sciences géologiques en Italie, comme un des esprits les plus larges et sollicité par tous les aspects divers de ces sciences ; il s'est fait un nom aussi bien comme stratigraphiste dans l'étude des terrains tertiaires de la vallée du Pô que comme tectoniste dans celles des Alpes et des Apennins pour lesquelles il a créé une cartographie remarquable ; dans le domaine de la paléontologie malacologique, il s'est aussi distingué par sa classification des mollusques tertiaires ; les phénomènes glaciaires du pied des Alpes ont fait aussi l'objet de ses travaux, etc. Tous ces travaux sont évidemment en dehors de nos études ; mais il n'en est plus de même des conceptions auxquelles la tectonique moderne l'ont conduit sur l'orogénie terrestre, la forme et la disposition générale des continents. Il les a résumées dans deux mémoires principaux que nous avons sous les yeux, que nous recommandons à la bibliographie et dont il nous paraît fort intéressant de donner connaissance à nos lecteurs, puisqu'elles sont, cette fois, du domaine bien défini de la géophysique et se distinguent par un aspect tout personnel du problème.

M. Sacco a fait précéder l'exposé de ses idées personnelles de l'historique très complet de tous les travaux antérieurs et des différentes théories générales qui ont été émises sur la genèse des systèmes orographiques terrestres ou d'une manière plus large sur les caractères des formations continentales et marines. Nous ne pourrions, malheureusement, car il est très instructif et très compréhensif, le reproduire ici, même en raccourci. Les principaux noms qui les caractérisent sont ceux de Green (*Théorie du tétraèdre*), Elie de Beaumont (*Système pentagonal des chaînes montagneuses*), Marcel Bertrand et Michel Lévy (*Système tétraédrique modifié*), J. Gollier (*Système octaédrique*), etc. Nous avons, d'ailleurs, souvent eu l'occasion dans *Ciel et Terre*, d'étudier et d'exposer ces théories générales et nous prions le lecteur de se reporter notamment aux études de notre regretté collègue W. Prinz.

On sait que l'hypothèse tétraédrique de Green (1) consiste à admettre que sous l'influence de la contraction due au refroidissement séculaire, la Terre solidifiée a tendu à passer de la forme sphérique à celle d'un tétraèdre ou hexatétraèdre à arêtes courbes ; de tous les solides la sphère est celui qui comprend le plus grand volume pour la plus petite surface ; pour le tétraèdre, l'inverse est vrai et satisfait donc au principe du maintien de la grandeur de la surface. D'après Green, l'axe de rotation serait un des axes principaux ; dans l'hémisphère nord, trois des sommets du tétraèdre formeraient trois sommets des masses continentales, le quatrième serait au pôle sud. Telle est en deux mots, dans sa simplicité, l'expression du système tétraédrique qui, malgré maintes attaques, a dans l'ensemble résisté jusqu'aujourd'hui aux critiques et a conservé en général la faveur des géologues.

Le professeur F. Sacco s'en détache absolument, et l'on ne peut s'empêcher de trouver avec lui que l'infime petitesse des reliefs terrestres justifie bien peu, en effet, cette assimilation cristallographique. Mais si les théories de ce genre ne lui semblent pas acceptables, il croit pourtant que l'orogénie générale de la Terre n'est pas simplement due au hasard, mais qu'elle est régie dans ses grandes lignes par une loi générale de caractère physico-mécanique ».

Cette loi générale il la trouve, et c'est là ce qui forme la caractéristique de sa conception nouvelle, dans la rotation même du globe. Il fait observer, ce que l'on avait d'ailleurs déjà

---

(1) Wm. LOWTHIAN GREEN, *Vestiges of the molten Globe*. Part. II. Honolulu, 1887.

remarqué, que dans l'ensemble les terres et les mers sont distribuées en deux hémisphères opposés, le Pacifique occupé par les eaux océaniques et les masses terrestres, Eurasie, Afrique, Amériques (l'Atlantique n'étant qu'un accident postérieur); la solidification de la croûte se serait faite de cette manière, allongeant le diamètre dans le sens des masses émergées. Il fait remarquer que cette forme en poire est compatible avec l'équilibre dynamique, comme l'a montré notamment H. Poincaré, dans ses études mathématiques sur la stabilité des masses plastiques en rotation.

Il résulte de là que, dans l'ensemble, la morphologie de la croûte aurait, dès l'origine, pris les caractéristiques qu'on lui constate encore aujourd'hui et que semblent d'ailleurs révéler les études géologiques des dépôts sédimentaires effectués autour et dans les plis des horsts primitifs immuables.

Nous ne pouvons malheureusement entrer ici dans l'examen plus détaillé de cette conception assurément nouvelle dans l'histoire de la morphologie terrestre. L'auteur l'a présentée pour la première fois au Congrès géologique international de Saint-Petersbourg, en 1897, et depuis lors elle a attiré l'attention sérieuse des géologues et des géophysiciens. On voit d'ailleurs qu'elle laisse parfaitement le champ libre aux hypothèses particulières destinées à expliquer en second ordre les plissements montagneux et qu'elle peut s'accorder aussi *a priori* avec l'hypothèse de l'isostasie de Dutton, qui rencontre de plus en plus la faveur des géophysiciens avec lesquels les géologues doivent évidemment compter.

E. L.

#### BIBLIOGRAPHIE

SACCO, Dr Prof. FED., *Essai sur l'orogénie de la Terre*. — Turin, C. Clausen, 1895.

Id., *Les lois fondamentales de l'orogénie de la Terre*. — Turin, C. Clausen, 1906.

Id., *La courbe hypsographique de l'écorce terrestre*. Extrait des *Saggi di Astronomia popolare*. — Turin, Artigianelli, 1912.

**L'étoile 77 Verseau.** — Le *Bulletin de la Société astronomique de France* — janvier 1923 — attire l'attention des observateurs sur cette étoile, dont la position pour 1900 est :

Ascension droite = 22 h. 49 m. 5

Déclinaison = — 16° 48'

et qui peut se trouver aisément à un demi-degré environ au sud de  $\delta$  Verseau.

Cette étoile, généralement cataloguée comme de 6<sup>e</sup> grandeur (Voy. notamment *Norton's Star Atlas* 1920), semblerait présenter des variations d'éclat. Certains observateurs l'ont vue plus brillante que sa voisine  $\delta$  Verseau, qui est de 3<sup>e</sup> grandeur (4<sup>e</sup> d'après Norton).

Il serait donc intéressant de porter son attention sur cet astre. Eventuellement, nous communiquer les observations qui auraient pu être faites.

M. H.

**Variable R Verseau.** — Le spectre de cette étoile a fait l'objet d'études récentes à l'Observatoire du « Mount Wilson » (*Contributions from the Mount Wilson Observatory*, n° 206). Elles n'ont pas permis de décider encore si l'on se trouve en présence d'une variable à longue période, considérée généralement comme froide, ou une nébuleuse planétaire. (Voy. *Bulletin de la Société Astronomique de France*, janvier 1923.)

M. H.

**Observations photographiques de l'éclat de Neptune.** — Le tome XXV, n° 3, 1923, des publications de l'Observatoire astronomique de l'Université de Tartu (Dorpat), Livonie, contient une étude très fouillée, quoique non encore concluante, sur ce sujet si intéressant au point de vue de la détermination de la durée de rotation de cet astre.

En effet, l'observation directe, visuelle, des variations d'aspect de la surface de cette

planète lointaine est extrêmement difficile. En fait, elle n'a pas permis, jusqu'ici, d'assigner une durée, même approximative au mouvement de Neptune autour de son axe.

On conçoit cependant que si l'on observait des variations d'éclat régulières, on pourrait en conclure que des régions de la surface possédant des albedos différents se représentent à des intervalles égaux qui donneraient la durée de rotation.

Mais les variations d'éclat de Neptune sont de l'ordre de 0,1 magnitude, et par le fait même, presque inobservables par les procédés visuels.

La photographie permet de déterminer avec plus de précision des variations d'ordre aussi peu important.

L'auteur, M. Opik, qui s'est livré avec succès à des investigations du même genre sur la planète Mars, avec possibilité de contrôle, nous donne (en anglais) un exposé général de sa méthode, de ses observations et de ses calculs appliqués à la planète Neptune.

Il en résulte que l'on peut entrevoir une durée de rotation assez courte qu'il n'a pas été possible toutefois de déterminer encore.

L'auteur explique sa publication prématurée par le désir de voir d'autres observateurs profiter de l'expérience acquise pour se joindre à lui en vue de continuer ces recherches extrêmement laborieuses et qui font le plus grand honneur à quiconque n'hésite pas à les entreprendre. Souhaitons donc que le vœu exprimé par M. Opik soit exaucé et qu'il rencontre des disciples; il y a là une nouvelle conquête à faire. M. H.

**La nébuleuse cométaire 7009 Verseau.** — Dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* (mars 1923), M. Emile Belot, vice-président de cette société, donne une interprétation mécanique des formes de la nébuleuse N. G. C. 7009 Verseau, d'après la Cosmogonie dualiste. Ces vues, qui s'appliquent également à la formation de notre système solaire, expliquent notamment la formation des comètes, des astéroïdes, des anneaux de Saturne, etc.

Il y a donc là une source de généralisations des plus intéressantes.

M. H.

**Memento de l'observateur.** — *Planète Mercure* : Dans la première quinzaine de mai, cette planète sera observable dans des conditions exceptionnelles, une heure environ après le coucher du Soleil. Plus grande élongation le 5 mai : 20° 58' E.

Que tous les observateurs de notre société s'efforcent de saisir et de fixer cette planète fugitive et si peu connue.

A ce propos, signalons les points suivants qui faciliteront les observations : pour voir les phases de Mercure, il faut un grossissement d'au moins 100 fois. Pour voir les détails, il faut pouvoir grossir de 150, 200, 250 fois.

Avec un bon équatorial à cercles gradués, on peut essayer de suivre l'astre pendant le jour.

La patience est la principale des conditions requises pour les observations de Mercure.

Certains astronomes des plus assidus n'ont pu l'observer qu'une trentaine de fois au cours d'une longue carrière. M. H.

**Comité national de recherches de l'Union géodésique et géophysique internationale.** — Dans sa séance du vendredi 16 mars, le Comité a donné une nouvelle organisation à son bureau. Il a nommé comme président, M. le colonel Seligmann, directeur de notre Institut cartographique militaire, et comme secrétaire M. Somville, astronome chargé du service de la sismologie à l'Observatoire royal astronomique. M. P. Stroobant et M. Dehalu, qui remplissaient ces mêmes fonctions depuis le début de l'organisation scientifique internationale nouvelle, en avaient donné leur démission. M. P. Stroobant est appelé à présider le Comité national de l'Union astronomique, et M. Dehalu a pris la charge absorbante d'administrateur-inspecteur de l'Université de Liège.

Le Comité s'est adjoint pour constituer la nouvelle section d'hydrographie créée à Rome en 1922, MM. Gilson, directeur du Musée d'histoire naturelle, Van Mierlo, ingénieur hydrographe, et Van Brabandt, directeur aux ponts et chaussées.

Dans cette même séance, il a entendu un rapport de M. le professeur Ch. François, sur ses récents travaux de détermination relative de la pesanteur en Belgique, les premiers qui aient jamais été exécutés d'une manière systématique et avec les appareils de haute précision.

M. Ch. François a bien voulu nous autoriser à le publier dans notre Bulletin, où on l'y trouvera prochainement. Il est de nature à intéresser aussi bien le géodésien que le géologue.

E. L.

**Le geyser de Vichy-Bellerive.** — Les voyages sont instructifs et tout ne se trouve pas dans les livres ; il y a beaucoup à apprendre à sortir de chez soi ; le geyser de Vichy nous en est un témoignage ; quoique grand liseur dans tous les domaines, je n'en avais pas entendu parler lorsque, en 1921, faisant mes vingt et un jours à Vichy, les affiches apposées en ville m'apprirent son existence ; il suffisait de traverser le pont sur l'Allier pour assister à son fonctionnement périodique.

Mais qu'est en fait ce geyser ? Disons tout de suite que le nom lui est fort mal donné : le forage jaillissant et intermittent d'eau carbonatée sodique de Bellerive n'a rien à voir avec les geysers de l'Islande, du Parc National des États-Unis ou de la Nouvelle-Zélande, avec leur éjection d'eau et de vapeur et de dépôts siliceux. Ceux-ci sont nettement une manifestation de la phase solfatarienne des manifestations volcaniques décroissantes ; l'ascension intermittente des eaux carbonatées dans le puits artésien de Bellerive peut, tout au plus, être rattachée à une toute dernière phase de cette activité ; cette thèse est d'ailleurs acceptée actuellement par tous les géologues et mise en relation avec l'existence des nombreux volcans éteints du centre de la France, et ce depuis les travaux d'Elie de Beaumont et dans un temps plus récent, de Michel Lévy ; le lecteur que la chose intéresse trouvera une étude très intéressante et très complète des relations des sources thermales et des phénomènes volcaniques dans la *Grande Encyclopédie*, par la plume autorisée de M. Ch. Velain (1).

Mais revenons à notre soi-disant geyser. Situé en face de Vichy, à l'entrée du village de Bellerive, dans un petit parc privé, cette source est remarquable par ses intermittences et les circonstances intéressantes qui caractérisent chaque éruption.

Lorsque le forage fut entrepris en 1844, alors que le trépan arrivait à 115 mètres de profondeur, l'eau jaillit brusquement à une hauteur considérable en dégageant des grandes quantités d'acide carbonique ou une émanation légèrement sulfureuse. Le jet se maintint quelque temps, puis s'arrêta ; on crut tout terminé, mais huit à neuf heures plus tard, le phénomène se reproduisit dans les mêmes conditions et depuis cette époque il n'a pas cessé d'en faire de même ; actuellement un bouchon ferme d'habitude l'orifice du puits artésien. On l'enlève au moment approximativement prévu de chaque éruption nouvelle et l'on constate alors l'éjection lente d'une grande quantité d'acide carbonique ; ce gaz retombe dans un bassin circulaire de quelques mètres de diamètre qui entoure l'orifice du puits, et l'on peut aisément montrer le phénomène en y plongeant des torches de journaux enflammés qui s'y éteignent brusquement. Ensuite, le liquide mousseux apparaît à l'orifice ; peu à peu ses projections augmentent et finalement il finit par constituer une colonne de six à sept mètres de hauteur, qui retombe en cascade d'un blanc de neige et remplit le bassin.

Le jaillissement dans ces conditions dure une heure environ, puis diminue lentement et cesse pour recommencer sept à neuf heures plus tard.

Quant au mécanisme de ce jaillissement intermittent, on peut le concevoir aisément et le ramener à l'existence de réservoirs souterrains où s'accumulerait l'acide carbonique

---

(1) *La Grande Encyclopédie*, t. XVIII, p. 889. — Paris, H. Lamirault.

en refoulant le liquide dans le puits artésien lui-même ; le vidage s'effectuerait alors brusquement comme celui d'une bouteille de champagne ou de bière à forte teneur d'acide carbonique, conformément au phénomène bien connu.

Il existe un second geyser du même genre dans la région ; je l'ai trouvé cité dans un très intéressant mémoire publié par M. Oddone, le sismologue italien bien connu, dans le Bulletin de la « Societa sismologica italiana » (1), et ayant trait à la périodicité de certains phénomènes naturels en relation avec les phénomènes de sismicité. Il est situé à Montrond, dans le nord de l'Auvergne ; mais Oddone déclare qu'il n'a pu se renseigner à son sujet ; il indique seulement que Martel, le spéléologue bien connu, lui a consacré autrefois une étude dans le journal *La Nature* ; si quelque lecteur pouvait nous renseigner l'endroit, nous lui en serions reconnaissant.

E. L.

**Occultation par Jupiter.** — Suivant une note de M. COMBIE dans le *Journal of the British Astronomical Association*, n° 4, 1922-23, l'étoile B. D. — 14°, n° 4045, sera occultée par Jupiter, la nuit du 7 au 8 mai.

L'étoile est notée de grandeur 7<sup>m</sup>5 dans la B. D., de 7<sup>m</sup>1 dans *Harvard*, et est photographiquement de grandeur 7<sup>m</sup>52. Elle est du type spectral F5. Sa position pour 1900,0, déduite d'observations faites à Washington en 1922, est

$$\alpha = 14 \text{ h. } 45 \text{ m. } 32 \text{ s. } 75 \quad \delta = -14^{\circ} 36' 51'' 2$$

donnant pour la date d'occultation

$$\alpha = 14 \text{ h. } 46 \text{ m. } 50 \text{ s. } 98 \quad \delta = -14^{\circ} 42' 31'' 0.$$

Le moment de la conjonction en AR = 1923 mai 8, à 1 h. 15 m. t. m. Gr.

E. D.

### Occultations par la Lune.

| DATES | NOM        | GR. | IMMERSION |                  |     | EMERSION |                  |     |
|-------|------------|-----|-----------|------------------|-----|----------|------------------|-----|
|       |            |     | T. L.     | Angle<br>P.   Z. | Z.  | T. L.    | Angle<br>P.   Z. | Z.  |
| 1     | 22 Balance | 6,4 | h. m.     | °                | °   | h. m.    | °                | °   |
| 1     | ξ Balance  | 5,5 | 1 37      | 91               | 74  | 2 43     | 296              | 270 |
| 22    | η Lion     | 5,1 | 22 52     | 74               | 93  | 23 50    | 320              | 330 |
| 23-24 | 48 Lion    | 5,1 | 18 56     | 155              | 132 | 19 46    | 242              | 211 |
| 24    | 83 Lion    | 5,2 | 23 37     | 113              | 74  | 0 31     | 284              | 245 |
| 24-25 | ε Lion     | 6,3 | 22 40     | 85               | 50  | 23 34    | 318              | 280 |
| 26    | θ Vierge   | 5,2 | 23 15     | 93               | 56  | 0 11     | 307              | 268 |
| 26    | θ Vierge   | 4,4 | 18 18     | 127              | 151 | 19 24    | 281              | 253 |
| 27    | χ Vie.ge   | 4,3 | 21 6      | 83               | 88  | 22 9     | 322              | 316 |

E. D.

**Eclipse de Soleil.** — Suivant un télégramme de M. CAMPBELL, transmis par M. Shapley au bureau central astronomique de Copenhague, les mesures effectuées sur trois couples de plaques de la dernière éclipse de Soleil observée en Australie, confirment complètement les chiffres prévus par Einstein. Les déviations mesurées vont de 1'59 à 1'36, donnant comme valeur moyenne 1'74.

E. D.

(1) E. ODDONE, « Sui geysers e sui pseudo-geysers », *Boll. della Societa sismologica italiana*, t. XII, 1908-1909, p. 89.—Ce mémoire rappelle toutes les explications mécaniques qui ont été proposées pour l'explication des faux geysers.

E. L.

**J.-C. Houzeau, météorologiste.** — Le nom de J.-C. Houzeau a pris place dans la mémoire des hommes de science, au titre de ses travaux astronomiques ; ce furent ces travaux, leur valeur incontestée dans ce domaine de la science qui le ramenèrent en quelque sorte malgré lui, en l'année 1876, de la Jamaïque, à la direction de notre Observatoire royal. Il sacrifia alors ses goûts, sa santé même, à ses devoirs envers son pays.

Mais à ses débuts dans la carrière scientifique, lorsque Quetelet, en 1843, l'eut accueilli tout jeune à l'Observatoire royal et pendant le séjour qu'il y fit comme assistant volontaire, puis comme aide astronome (au traitement de 1,400 francs par an), de 1846 à 1849, il s'occupa aussi, avec la ténacité et l'ardeur qu'il mettait en toutes choses, de travaux météorologiques. A cette époque de sa vie, Quetelet, comme on le sait, avait commencé déjà à délaisser l'astronomie pour la physique du globe et la météorologie ; les ouvrages d'ordre météorologique qu'il publia alors, tout d'abord celui sur le « Climat de la Belgique », puis les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles* en maints endroits, et notamment un travail sur les *Ondes atmosphériques*, un autre sur *l'Influence de la Lune sur le baromètre*, enfin les rapports annuels du directeur de l'Observatoire au ministre sur la vie scientifique de l'établissement, rappellent la part importante que J.-C. Houzeau prit à tous ces travaux. Il fut ainsi mis au courant de la science météorologique de l'époque sous la direction de l'homme certes le plus éminent dans le domaine de l'organisation des observations climatologiques. Aussi n'est-il pas étonnant de voir quelques années plus tard Houzeau, alors qu'il avait quitté l'Observatoire et que sa vie de « globe-trotter » l'eut amené, en 1850, à faire à Lyon un assez long séjour, consacrer ses loisirs à écrire pour l'*Encyclopédie populaire belge* d'Alex. Jamar, deux petits ouvrages bien remarquables sur la « Physique du Globe » (1) et le « Climat de la Belgique ». Ils furent publiés en 1853.

Le hasard nous les a remis sous la main il y a quelque temps et ils nous donnent l'occasion de rappeler les souvenirs que l'on vient de lire.

Mais en reparcourant ces deux petites œuvres substantielles, écrites pour le grand public, nous avons été frappés, à propos de l'exposé qu'y fait l'auteur des phénomènes météorologiques aériens, du caractère synthétique qu'il y a donné de la circulation atmosphérique générale du globe ; ce caractère synthétique nous rappelle de loin, bien entendu, les conceptions nouvelles des Bkjerns ; il mérite d'être signalé à nos modernes météorologistes pour que, eux aussi, inscrivent le nom de Houzeau dans leur mémoire. Houzeau le dit bien explicitement : il reconnaît dans le jeu des phénomènes du temps, dans nos latitudes, les conséquences de la lutte incessante du « courant froid » venant des pôles et dont la direction générale est nord-est avec la « courant chaud » équatorial, dont la direction générale est sud-ouest ; le courant chaud vainqueur remonte lentement sur le courant froid et détermine la série des condensations nuageuses... On lit, p. 100, de la *Physique du Globe*, « la pénétration, la combinaison des deux nappes produit la succession régulière des vents du nord-est ou sud-ouest ».

A cette époque on avait reconnu ce que l'on appelait « les lois de la girouette », nous dirions de l'anémomètre qui, dans nos régions, huit ou dix fois dans l'année, fait le tour du ciel « dans le sens du mouvement apparent du soleil » ou dans celui des aiguilles d'une montre ; dans l'hémisphère sud le phénomène de succession se présentait d'une manière inverse. Dove, contemporain allemand de Quetelet, avait le premier établi, par des séries d'observations scientifiques et précises, la réalité de ces lois déjà indiquées par Aristote dans sa météorologie pour la région méditerranéenne ; en même temps il avait cherché, sans aller

---

(1) Le petit *Traité sur la physique du globe*, que je possède, porte une dédicace manuscrite de Houzeau à son « excellent ami Bouvy ». Bouvy était collègue de Houzeau à l'Observatoire et aide astronome comme lui, mais n'a pas laissé de traces aussi marquantes de son passage à l'Observatoire.

plus loin dans la voie des observations, à rattacher ces phénomènes dans leur ensemble à la théorie des deux courants équatorial et polaire. C'est cette même manière de voir que Houzeau adopte dans les deux petits ouvrages dont nous avons parlé. Certes, après Dove, les météorologistes et notamment le grand Buys-Ballot, auquel on doit les lois qui portent son nom et qui caractérisent la constitution des régions cyclonique et anticyclonique de l'atmosphère, ont abandonné cette voie jugée trop hâtive. Il était cependant intéressant de rappeler quelle attitude un esprit scientifique comme celui de Houzeau avait prise en présence du problème, alors qu'aujourd'hui un Bjernes invite aussi les météorologistes à vérifier l'ensemble d'une théorie synthétique des mouvements de l'atmosphère terrestre. Mais après Dove sont venus Buys-Ballot et toute l'école météorologique moderne qui a accumulé l'immense documentation nécessaire à la vérification des théories, et c'est pour quoi on ne pourrait plus dire *a priori*, comme à l'époque de Dove, qu'une nouvelle synthèse est prématurée.

E. L.

---

## Bibliographie

*Cours de mécanique céleste*, t. 1<sup>er</sup>, par H. ANDOYER, membre de l'Institut. — Un volume in-8° raisin de 440 pages, t. 1<sup>er</sup>, 1923, 50 francs. — Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>, éditeurs.

Après le *Traité de Tisserand* et les profondes recherches de Poincaré sur la *Mécanique Céleste*, il y avait place encore pour un ouvrage dérivant d'une conception différente, et qu'attendaient les astronomes praticiens. C'est un tel ouvrage que donne, aujourd'hui, M. Andoyer.

Dans le livre qu'il fait paraître à la librairie Gauthier-Villars, on trouvera d'abord, sous une forme très personnelle, un exposé systématique des méthodes de la mécanique céleste classique, avec de nombreuses additions propres à l'auteur ; mais on distinguera surtout le souci constant qu'il a pris de n'exposer aucune théorie, aucune méthode, sans l'éclairer immédiatement par une application numérique à un cas concret. Ne perdant jamais de vue la véritable fin de la mécanique céleste, M. Andoyer s'est attaché à fixer rigoureusement le choix des formules, la suite et l'ordonnance des calculs, en vue d'une approximation déterminée, mettant à la disposition du calculateur, dans le corps même de l'ouvrage, les tables auxiliaires indispensables.

Le volume actuel contient d'abord un rappel des théories générales ; puis une étude complète du mouvement képlérien, comprenant le problème de la détermination des orbites et le calcul numérique des perturbations ; enfin, le développement analytique de la fonction perturbatrice.

Un second volume doit compléter l'ouvrage ; outre la fin de la théorie des planètes, il contiendra la théorie de la Lune, celle du mouvement de rotation de la Terre et de la Lune sur elles-mêmes et celle des anciens satellites de Jupiter.



### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 »

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 »

Id. (intérieure) id. fr. 8 »

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

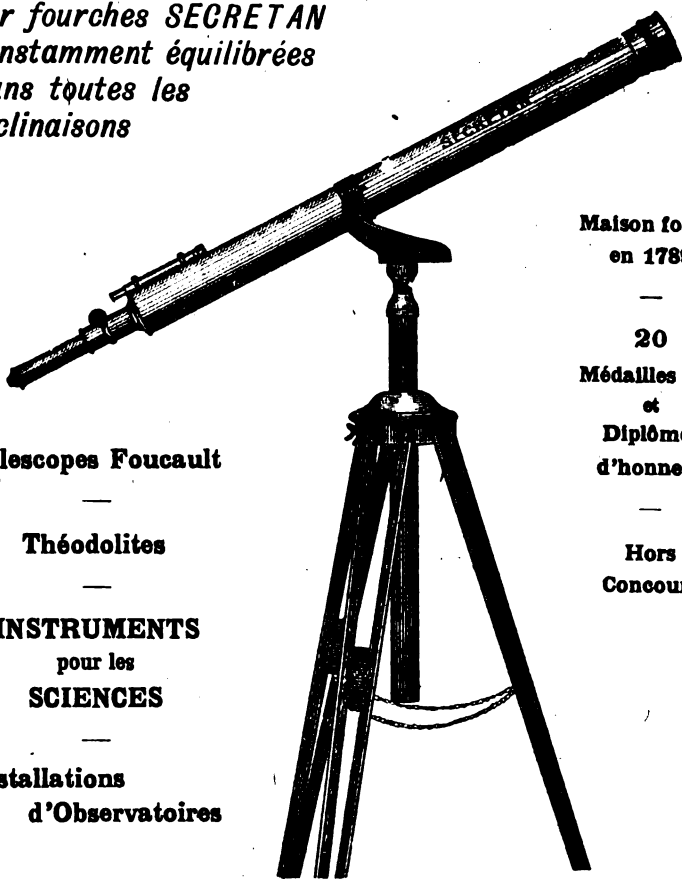
Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

### **Case à louer**

# Instruments de Précision **SECRETAN**

**CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs**

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



**Télescopes Foucault**

**Théodolites**

**INSTRUMENTS**  
pour les  
**SCIENCES**

**Installations**  
d'Observatoires

**Maison fondée  
en 1789 .**

**20**  
**Médailles d'or**  
**et**  
**Diplômes**  
**d'honneur**

**Hors**  
**Concours**

**Demandez le catalogue**

## **SECRETAN**

**151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS**

**A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.**



BULLETIN  
DE LA  
*SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*  
ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES  
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                           | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Sur l'organisation internationale de l'observation des étoiles variables</i> , par Félix de Roy.                                                       | 97    |
| <i>Les Nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                           | 102   |
| <i>Un spectacle merveilleux</i> , par M. H.                                                                                                               | 109   |
| <i>L'année météorologique 1922.</i>                                                                                                                       | 111   |
| <i>Procès-verbal.</i>                                                                                                                                     | 119   |
| <i>Notes</i> : Beta Ceti, par William N. Abbott. La « glace de fond » dans les lacs et les rivières. Phénomènes météoriques. Passages de Mercure en 1924. |       |
| Une nouvelle théorie de la lueur antisolaire, par M. H. Étoile variable.                                                                                  |       |
| Nova Cygni 1923. Bolide. Comète supposée. Visibilité de Mercure, par E. D.                                                                                |       |
| Occultations principales en juin. Dons pour la société.                                                                                                   | 122   |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

MAX HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. RÉCLAMATIONS. — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.

II. CORRESPONDANCES. — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.

III. COMPTABILITÉ. — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, M. J. Acarín, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. RÉDACTION DU BULLETIN. — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.

V. BIBLIOTHÈQUE. — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.

La bibliothèque, qui se trouve au Palais Mondial, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## **SUR L'ORGANISATION INTERNATIONALE DE L'OBSERVATION DES ÉTOILES VARIABLES**

**Communication présentée  
au Comité National d'Astronomie, le 19 octobre 1922.**

En constituant ses trente-deux commissions originales, l'Union Astronomique Internationale ne manqua pas d'en consacrer une, celle portant le n° 27, aux étoiles variables. Sa composition fut arrêtée en séance plénière du 26 juillet 1919, et sa première présidence fut confiée à M. Solon I. Bailey, alors directeur ff. de l'Observatoire d'Harvard College, où il avait succédé au regretté E.-C. Pickering.

La Commission comprenait à l'origine cinq Américains, cinq Anglais, deux Français et deux Italiens. De 1919 à 1922, deux Italiens, un Belge et un Hollandais y furent adjoints par cooptation.

La Commission des étoiles variables fit preuve tout de suite d'une grande activité. Dès le 3 février 1920, son énergique président adressait à tous ses membres un questionnaire, dans lequel il leur demandait de lui faire connaître quelles étaient, d'après eux, les questions ressortissant à l'étude des étoiles variables qui se prêtaient à la coopération internationale, et de lui faire à ce sujet toutes les suggestions qu'ils jugeraient utiles.

Ce questionnaire envisageait notamment les points suivants :

1. Listes d'étoiles à observer, nombre et fréquence des observations. Division du travail. Manière d'éviter les doubles emplois. Faut-il observer indéfiniment une variable donnée, ou fixer une limite à son observation ?
2. La Commission s'occupera-t-elle des observations photographiques aussi bien que des observations visuelles ?
3. La Commission prendra-t-elle des mesures au sujet des catalogues d'étoiles variables, et de la forme la plus utile à leur donner ?
4. Faut-il standardiser le mode de publication des observations, pour assurer une plus grande économie et une certaine uniformité ? La publication des observations sera-t-elle centralisée ?
5. La Commission entreprendra-t-elle la publication d'éphémérides ?
6. La Commission recommandera-t-elle un système de nomenclature ?
7. Étoiles de comparaison, échelle de magnitudes, etc.
8. La Commission fournira-t-elle une aide financière et comment s'assurera-t-elle, dans ce cas, les fonds nécessaires ?
9. La Commission essaiera-t-elle de procurer des cartes aux observateurs ; standardisera-t-elle les dimensions et l'échelle de ces cartes ?

Le questionnaire faisait remarquer que l'étude en coopération des étoiles variables était déjà pratiquée par la Section des étoiles variables de la British Astronomical Association, par l'Association américaine d'observateurs d'étoiles variables et par d'autres organisations.

Presque tous les membres de la Commission répondirent à ce questionnaire, de sorte que le 1<sup>er</sup> novembre 1921, c'est-à-dire plus de six mois avant le Congrès de Rome de l'Union Astronomique Internationale, M. Bailey put leur envoyer un rapport préliminaire qui, dans la mesure du possible, reflétait les opinions exprimées.

Légèrement retouché, notamment à la suite de certaines utiles suggestions du P. Hagen, qui avait été coopté en septembre 1921, ce rapport fut présenté à l'assemblée générale de l'Union en 1922. Il comprenait près de huit pages imprimées.

Comme il fallait s'y attendre, le ton de ce document est distinctement conservateur. Il ne prend position sur aucun point controversé, en particulier sur la question de la nomenclature, où il recommande de s'en tenir pour le moment au vieux système d'Argelander étendu par Hartwig « en vue de la force formidable représentée par l'habitude et par le sentiment, et de la grande confusion qu'apporterait tout changement, à moins qu'il ne fût universellement approuvé ». Il recommande simplement d'employer conjointement avec cette nomenclature les chiffres de Pickering, quoique ceux-ci commencent déjà à pâtir de la précession, défaut qui ne cessera de s'accroître.

Pour les Novæ, où l'emploi de numéros d'ordre a provoqué quelquefois des confusions embarrassantes, le rapport propose de désigner ces objets par la lettre N, suivie de la forme génitive du nom latin de la constellation auxquels ils appartiennent et de l'époque du plus grand éclat (et non de la découverte), exprimée en années de l'ère chrétienne et dixième année. Exemple : N Cygni 1920,6, qui désignerait la Nova de Denning. Cette proposition paraît excellente en tous points.

En ce qui concerne la classification des variables, le rapport s'entend, faute de mieux sans doute, au système de Pigott complété par Pickering, système arbitraire, mais pratique. Pour les éphémérides et les catalogues, il considère les publications existantes comme suffisantes pour le moment.

Le rapport présente cependant un certain nombre de suggestions intéressantes, dont voici un aperçu :

1. Il est désirable qu'un plus grand nombre d'observateurs suivent

les étoiles variables de l'hémisphère Sud. Une association coopérative pour cet hémisphère et une autre en Orient, rendraient de grands services.

2. Il serait utile que les associations existantes pour l'observation des étoiles variables coopèrent plus étroitement, quoiqu'il serait peu sage, ou au moins prématuré en ce moment, de tenter de les fondre en un seul corps international.

3. Il est désirable de publier des listes d'étoiles variables tenues à jour et indiquant celles qui demandent à être observées et les conditions dans lesquelles cette observation doit avoir lieu.

4. Il serait nécessaire d'observer de façon aussi continue que possible un certain nombre de variables choisies, appartenant aux différents types. Pour les autres, une revue générale, mais aussi complète que possible, serait suffisante.

5. Il est désirable d'observer photographiquement les variables, concurremment avec l'observation visuelle de ces astres.

6. Il est éminemment désirable de publier les longues séries d'observations dues à des observateurs décédés, et qui n'ont pas encore vu le jour (Yendell, Chandler).

7. On recommande d'employer uniformément le système photométrique d'Harvard.

8. Les lettres et nombres désignant les étoiles de comparaison devraient être standardisés. On recommande les dimensions  $16 \times 25$  cm. pour les cartes et une échelle qui serait dans tous les cas un multiple entier de  $10'' = 1$  millimètre.

Comme on va le voir, plusieurs de ces suggestions ont été reprises au Congrès de Rome et ont reçu, par leur adoption en assemblée générale sous la forme de résolutions, l'appui de l'Union Astronomique Internationale.

### **Le Congrès de Rome.**

La Commission des étoiles variables se réunit à Rome pour la première fois les 4 et 6 mai 1922. L'assistance fut fort nombreuse à chacune de ces séances et, de l'avis général, tant par le nombre des spécialistes qui prirent part aux discussions que par l'autorité avec laquelle celles-ci furent dirigées par M. le Professeur Harlow Shapley, directeur de l'Observatoire d'Harvard College, nommé depuis lors Président effectif, ces deux réunions furent parmi les plus réussies de toutes celles tenues par les commissions.

A la séance du 4 mai, la seule à laquelle il me fut donné d'assister, on remarquait notamment le Professeur Russell (Princeton), le P. Hagen (Rome-Vatican), le Professeur Turner (Oxford-Université), le Professeur Nijland (Utrecht), le P. Stein (Amsterdam), le Rev. T. E. R. Phillips, le Professeur Strömgren (Copenhague), le colonel Markwick, M. Ginori (Florence), M. Henri Vanderlinden (Uccle), M. Haarh.

Ni l'Association américaine d'observateurs d'étoiles variables, ni l'Association française n'étaient directement représentées. Par contre, quatre membres de la Section des Etoiles variables de la B. A. A. assistaient aux travaux de la Commission. Les discussions eurent lieu en langue anglaise.

M. J. Mascart (Lyon) avait proposé par écrit « d'organiser à Lyon un centre européen pour la coopération des amateurs d'astronomie dans l'étude des étoiles variables, en collaboration étroite avec la puissante organisation américaine d'Harvard College », mais il ne put venir défendre lui-même cette proposition peut-être quelque peu prématurée.

D'autre part, M. Nijland proposait que l'Union publiât annuellement des listes d'étoiles observées régulièrement et des étoiles nécessitant une attention spéciale, soit parce qu'elles ont été négligées, soit parce qu'il est impossible d'étudier leurs variations sans coopération. Mais ce vœu avait été prévenu par le rapport préliminaire, à la rédaction duquel le distingué directeur de l'Observatoire d'Utrecht n'avait pu prendre part. Le rapport proposait en effet la compilation des « appendices » suivants qui, faute de temps et peut-être de moyens, n'avaient pu être présentés au Congrès :

A. Bibliographie des travaux d'ensemble exécutés ou en cours dans le domaine des étoiles variables.

B. Listes d'étoiles variables demandant à être observées.

C. Recherches en cours et équipements photographiques existants.

D. Centres de publication existants ou projetés.

E. Listes d'étoiles variables pour lesquelles il existe des étoiles de comparaison.

MM. les Professeurs Shapley et Nijland, et M. G. Haarh, au nom de l'Observatoire Urania de Copenhague, offrirent leur concours pour la compilation de ces listes qui rendront certainement les plus grands services aux observateurs. M. le Professeur Nijland proposa, en outre, une coopération spéciale pour l'observation de variables intéressantes, mais que leur faible éclat ne rend accessibles qu'aux grands instruments d'observatoire.



En ce qui concerne la collaboration des organisations d'observateurs d'étoiles variables, recrutés surtout parmi les astronomes amateurs, la discussion montra que les buts et les moyens de ces organisations sont assez différents, et en particulier que l'organisation anglaise poursuit un programme restreint et bien défini, alors que les deux autres sont plutôt des collectrices d'observations effectuées de façon moins systématique. Aussi la Commission se contenta-t-elle de recommander, sur la proposition du Professeur Turner, une prise de contact.

Voici du reste, traduit de l'anglais, le texte des résolutions proposées par la Commission et adoptées par l'assemblée générale à l'Union Astronomique Internationale, le 10 mai 1922 :

1. La Commission entreprendra immédiatement de préparer et de soumettre à l'Union, en vue de leur publication, les appendices proposés dans le rapport préliminaire, qui est définitivement adopté.

2. La Commission suggère aux diverses organisations qui s'occupent de l'observation des étoiles variables, d'entrer en correspondance amicale, par l'intermédiaire de leurs présidents ou autrement, au sujet des questions concernant l'observation, la discussion et la publication des travaux de variables.

3. La Commission salue avec faveur la formation de l'organisation établie à Lyon pour la coopération d'astronomes amateurs dans l'étude des étoiles variables, et suggère que cette organisation travaille en coopération étroite avec les organisations existantes dans divers pays, et qui ont un but semblable.

4. La Commission approuve et accepte avec enthousiasme la proposition de M. le professeur Banachiewicz d'entreprendre, à l'Université de Cracovie, la préparation et la publication d'éphémérides annuelles de binaires à éclipses, et recommande que l'Union finance la partie de ce travail qui est directement utile à la coopération internationale.

5. La Commission salue le témoignage de haute estime que lui ont conféré le P. Hagen et l'Observatoire du Vatican, en publiant en l'honneur de l'Union Astronomique Internationale un volume contenant la réimpression d'utiles traités sur les étoiles variables.

Le Comité exécutif de l'Union Astronomique Internationale a approuvé un subside annuel de 1 200 francs à la Commission, en première ligne, en vue de la publication des appendices.

(A suivre.)

FÉLIX DE ROY.

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

Au delà de l'extrémité violette du spectre solaire visible à l'œil, s'étend également une zone de radiation invisible qui forme ce que l'on a appelé la partie *ultra-violette* du spectre. Ritter en découvrit les premiers éléments, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, en observant l'effet des radiations solaires sur des sels d'argent. Depuis, de nombreux physiciens en ont poursuivi l'étude, en ayant recours à différentes méthodes.

Le tableau des longueurs d'onde du spectre visible nous a montré que, dans la région violette, cette longueur est réduite à 3933 U. A. (en micron = 0,3933) pour la raie K (calcium). Dans la partie ultra-violette, les radiations sont plus courtes et leur valeur descend à  $\lambda = 2900$  et même, parfois, à 1800 U. A., *environ*.

Cette diminution de longueur a été attribuée à diverses causes. Les expériences tendent à prouver qu'elle est due à l'absorption des rayons par l'atmosphère, plutôt qu'au spectre solaire lui-même. L'atmosphère terrestre en est-elle seule cause? Les gaz qui entourent le Soleil, les autres étoiles, les nébuleuses et, en général, les corps célestes, gaz qui leur constituent également une atmosphère formant écran, tout comme l'air qui entoure notre globe, écran *sidéral* dont nous ne connaissons relativement que peu de chose, doivent certainement exercer leur influence sur les radiations, longues ou courtes, qui les traversent. Dans quelle mesure, ensuite de quelles influences, en vertu de quelles lois? La composition de cette atmosphère, ses propriétés physiques, varient pour un grand nombre d'astres, ou de catégories d'astres.

Les effets de la vapeur d'eau, de l'oxygène, de l'ozone, du carbone de l'atmosphère terrestre, et de celle-ci agissant dans son ensemble, ont été démontrés. Dans les gaz raréfiés des espaces sidéraux, d'autres phénomènes, encore insuffisamment élucidés, jouent aussi un rôle, et non des moindres. Le problème est extrêmement complexe. C'est l'un de ceux qui rendent si difficile, si controversable, l'interprétation ou la conclusion à tirer de certaines données fournies par la spectroscopie astronomique.

Ajoutons que, pour pouvoir apprécier complètement un spectre, il ne suffit pas de connaître la longueur d'onde de ses diverses radiations;

l'indication de l'intensité et de la largeur des raies est aussi nécessaire.

Les ondes de la région ultra-violettes sont *chimiques*; elles affectent surtout la plaque sensible photographique.

La comparaison des effets relevés dans les différentes régions du spectre solaire a établi que si tout rayon exerce une action lumineuse, calorifique et chimique, les moyens dont nous disposons ne permettent pas toujours de déceler la totalité de cette action. On en arrive ainsi à reconnaître un spectre *lumineux*, un spectre *calorifique* et un spectre *chimique* qui ont, entre eux, des rapports de position. Le spectre *lumineux*, qui est visible et coloré, embrasse principalement la région B à E du spectre solaire (1), et a son intensité maxima dans les rayons jaunes. Le spectre *calorifique*, invisible à l'œil, s'étend de B vers A, et la zone infra-rouge. Ses effets se constatent au moyen du thermomètre, du bolomètre, ou de toute autre méthode appropriée. Aucune action calorifique ne se manifeste au thermomètre le plus sensible, avant la zone violette. Elle y est nulle, ou presque nulle; commence à s'accuser dans les rayons indigos, bleus, verts, et va en s'accroissant jusqu'à l'extrémité du rouge, pour augmenter sensiblement dans la partie infra-rouge, invisible à l'œil, puis elle décroît et disparaît. Le spectre *chimique* est également invisible à l'œil; il exerce son action en décomposant les sels d'argent sur les plaques sensibles. Il commence à se manifester à partir de la région F du spectre solaire (couleur bleue); son activité croît dans le violet et atteint son maximum d'intensité dans l'ultra-violet. La zone ultra-violettes a une étendue égale à plus du double de la longueur du spectre visible entier. Ces spectres se superposent sur une partie du spectre visible.

Par la connaissance de la longueur d'onde des rayons d'un spectre, on possède un élément d'appréciation de la température du corps, ou de l'astre qui les émet.

SPECTRE DES LUMIÈRES ARTIFICIELLES. — Quelques explications sont nécessaires pour l'intelligence de ce qui va suivre. Les recherches de laboratoire relatives à l'analyse spectrale servent de complément indispensable à l'examen spectroscopique direct des astres; elles permettent seules les comparaisons nécessaires.

---

(1) Voir *Ciel et Terre*, fig. 6, p. 61. Bulletin de mars 1923.

Les spectres des lumières artificielles diffèrent de celui de la lumière solaire. Celle-ci, décomposée par le prisme, nous donne toute la gamme des rayons élémentaires, depuis le rouge jusqu'au violet. Il n'en est pas de même lorsque la lumière est fournie par une source artificielle. De l'ensemble des recherches, on a pu déduire les données suivantes :

1. Les spectres des corps solides ou liquides, rendus incandescents, sont « *continus, sans aucune raie noire, ou sans espace noir ou sombre, et aucune raie ou ligne brillante ne s'y remarque* ».

2. Les spectres des gaz et des vapeurs rendus incandescents, sont tout différents. *Ils se composent de raies, ou lignes brillantes, plus ou moins étroites, séparées par des espaces (ou de larges bandes) noirs ou sombres, ou faiblement colorés. Ces spectres sont donc discontinus.*

3. *Chaque gaz, ou vapeur, a son spectre caractéristique, dont les raies brillantes sont isolées et diffèrent d'un corps à un autre. Mais les quelques raies, ou lignes brillantes que ce spectre présente, ne varient pas pour un même gaz, ou une même vapeur, pour autant qu'ils soient rendus incandescents dans des conditions identiques de température, de pression et de tension électrique. Pour un même gaz, ou une même vapeur, le spectre obtenu peut présenter des aspects différents, si les conditions sous lesquelles il est rendu incandescent, et par suite lumineux, sont différentes.*

Ces données sont appliquées à l'analyse chimique des corps; elles sont du domaine de l'*analyse spectrale* proprement dite. Mais, comme nous l'avons mentionné précédemment, la *spectroscopie astronomique* les utilise également. On peut dire que l'observation des raies noires du spectre solaire par Fraunhofer, a été le point de départ des recherches qui ont permis de les établir.

#### SPECTRES D'ABSORPTION. — RENVERSEMENT DES RAIES. —

Reprenons maintenant la question du rôle joué par l'atmosphère, ou les gaz qui entourent les corps célestes, ou qui se trouvent dans les espaces sidéraux.

Les spectres de lumière artificielle, dont nous venons de parler, sont ceux des radiations lumineuses qui n'ont traversé aucun milieu capable de les absorber. On les appelle des *spectres d'émission*. Mais, si ces radiations rencontrent sur leur passage certaines substances — solides, liquides ou gazeuses, ou un milieu dont les conditions

physiques ne sont pas les mêmes que celles de la source d'émission — une partie en est absorbée, et un *spectre d'absorption*, semblable au spectre solaire, apparaît, c'est-à-dire que ce spectre d'absorption est strié de raies, ou bandes noires ou sombres, plus ou moins larges. Les gaz ou les vapeurs ne donnent de spectres d'absorption que lorsque leur couche a une épaisseur suffisante.

Fraunhofer avait remarqué que les deux raies jaunes du sodium coïncident avec les deux raies noires D du spectre solaire. Il ne put poursuivre son examen. Pourquoi les raies du sodium sont-elles obscures dans le spectre solaire, alors qu'elles sont brillantes dans le spectre de la lumière artificielle? C'était le nœud de la question. Miller, professeur à l'Université de Cambridge, et Foucault, en France, avaient aussi constaté ces coïncidences en 1849, mais sans donner la clef du problème. Voici une série d'expériences dues au physicien anglais Balfour-Stewart, réalisées en 1858; elles contribuent à éclaircir le mystère : Prenez un morceau de faïence ayant à sa surface un dessin bien marqué; chauffez-le au rouge blanc. Après l'avoir retiré du feu, vous verrez un dessin blanc sur un fond noir, en le regardant dans l'obscurité. Si, tout en l'observant ainsi, vous faites brusquement tomber un rayon de lumière du jour sur ce morceau, *les deux nuances seront immédiatement renversées*. Les parties sombres du morceau de faïence sont celles qui absorbent le plus de rayons lumineux lorsqu'il est froid, mais dès qu'il est convenablement chauffé, ce sont ces mêmes parties qui en rayonnent le plus.

Examinez une flamme brillante à travers un verre rouge; celui-ci absorbe les rayons verts et laisse passer les rayons rouges tant qu'il est froid, c'est-à-dire qu'il absorbe seulement de la lumière, mais n'en émet pas. C'est précisément parce qu'il absorbe les rayons verts et presque tous les autres, excepté les rouges, que ce verre est rouge. Mais, si on le met dans le feu et qu'il acquiert la même température que les charbons incandescents, il paraîtra incolore, et on ne pourra plus le distinguer des charbons.

En effet, il transmet la lumière rouge; mais il émet des rayons verts et certains autres, ceux qu'il est capable d'absorber et, par sa propre émission, il complète ce qu'il a absorbé. Par conséquent, la lumière qui vient des charbons derrière le verre, et qui le traverse, est renforcée par l'émission de ce dernier dans la même proportion qu'elle est affaiblie par son absorption, et elle arrive finalement à nos yeux tout

à fait incolore. Si vous mettiez un charbon moins chaud derrière ce verre, pendant qu'il est au feu à une température très élevée, le charbon paraîtrait vert, parce que le verre est alors plus chaud que le charbon et enlève à ce dernier moins de rayons verts qu'il n'en émet lui-même; et la lumière qui parvient à l'œil, en partie par transmission, en partie par émission, est plus verte que celle du charbon mis derrière le verre. Ainsi le verre coloré perd sa couleur lorsqu'il est à la même température que les matières placées derrière lui, et prend une couleur complémentaire lorsqu'il est plus chaud que ces matières.

Plusieurs physiciens éminents, outre ceux cités, firent des recherches et des expériences intéressantes pour résoudre le problème : citons le professeur Stokes, en Angleterre, vers 1850; Angström, en Suède, en 1853. Mais ce furent surtout les travaux mémorables des physiciens et chimistes allemands Bünsen (1811-1899) et Kirchhoff (1824-1887), qui permirent d'établir définitivement le principe du phénomène envisagé. Kirchhoff en déduisit, vers 1860, la loi qui porte son nom; elle peut s'énoncer comme suit : *Si les radiations émises par un corps à l'état de gaz incandescent ou de vapeur incandescente, traversent un gaz ou une vapeur dont la température est moins élevée, le spectre de ce corps présente des raies sombres qui correspondent précisément aux raies brillantes qu'émettraient ce gaz ou cette vapeur s'ils étaient incandescents.*

Les raies sombres sont dues à l'absorption ou à l'effacement, par le gaz ou la vapeur traversés, des raies correspondantes.

Un phénomène analogue se produit en acoustique. Toute vibration sonore se propageant dans l'air et qui rencontre, sur son passage, disons des cordes métalliques tendues, est interceptée par celles qui, si elles étaient mises en vibration, émettraient exactement le son qui vient de les frapper. En d'autres termes, les vibrations qu'un corps est capable d'absorber sont précisément celles qu'il est capable d'émettre lui-même dans des conditions identiques.

Si nous considérons *en gros* le phénomène de la production des raies noires du spectre solaire, nous pouvons dire qu'il est expliqué par la loi de Kirchhoff. La couche lumineuse qui forme les limites apparentes du Soleil, laquelle a reçu le nom de *photosphère*, émet des radiations de toute nature dont le spectre serait brillant et continu,

si elles n'étaient modifiées avant de nous parvenir. Ici une objection se présente : seuls les solides et les liquides incandescents donnent un spectre continu. Etant donnés la température énorme du Soleil et les phénomènes électro-magnétiques, — à ne considérer que ces forces physiques —, qui s'y produisent, aucun corps ne peut y exister à l'état solide ou liquide; tous les corps semblent devoir s'y trouver sous forme de gaz ou de vapeurs incandescents. Or, le spectre de ceux-ci n'est pas continu. Comme nous l'avons dit précédemment, *il ne présente que des raies brillantes isolées*. L'objection a été levée en considérant la photosphère comme formée de *nuages incandescents*, contenant des particules solides ou liquides qui, dans cet état, présentent un spectre continu. « En outre, plus les gaz sont comprimés, » plus la largeur des raies de leur spectre augmente, et aux très fortes » pressions ils peuvent aussi donner des spectres continus (1). »

La photosphère n'est d'ailleurs plus considérée comme ayant une surface ou des limites nettement définies; ce serait plutôt une région de transition.

Au-dessus de la photosphère s'étend une atmosphère dont les strates sont de densités différentes. Dans la partie la plus basse de cette atmosphère, voisine immédiate de la photosphère, se trouvent les vapeurs métalliques les plus lourdes; elle a été appelée *couche renversante*. Les radiations émises par la photosphère la traversent en premier lieu. C'est elle qui, par suite de sa composition et de son état physique, semble produire, en ordre principal, le spectre de Fraunhofer, c'est-à-dire le renversement ou l'absorption des raies émanant de la photosphère, et être cause de la production des raies noires, ou plus ou moins sombres, selon que l'absorption a été plus ou moins complète.

La *chromosphère* s'étend au delà de la *couche renversante*, celle-ci pouvant être considérée comme étant la première strate. Elle est formée de corps plus légers, moins denses : l'hélium et l'hydrogène.

Enfin, au-dessus de la chromosphère se rencontre la *couronne*, dont le principal constituant est un corps, nommé *coronium*, dont la composition, ou la nature exacte, n'est pas connue, mais que l'on considère comme plus léger encore que l'hydrogène.

L'ensemble des vapeurs ou des couches gazeuses formant l'atmo-

---

(1) BOSLER, *Les théories modernes du Soleil*, p. 34. Paris, 1910.

sphère qui entoure la photosphère, a une température moins élevée que celle du Soleil même.

Je me suis étendu assez longuement sur la question du spectre solaire, parce que c'est l'étude de celui-ci qui sert de point de départ, de repère, pour l'analyse spectroscopique de tous les autres corps célestes, notamment des comètes, des étoiles et des nébuleuses.

Aussi, il est nécessaire de reproduire les réserves qui ont été présentées au sujet de la loi de Kirchhoff. Celle-ci s'applique uniquement à l'émission et à l'absorption calorifiques, c'est-à-dire lorsque la chaleur, à divers degrés, entre seule en jeu. Quand le spectre est dû à des actions chimiques, spectre des flammes, par exemple, elle ne peut plus être invoquée, car on ne se trouve plus en présence d'un rayonnement calorifique proprement dit. Une augmentation de chaleur ne suffisant pas pour obtenir, à elle seule, les spectres de raies isolées des gaz, on doit attribuer une origine électrique au spectre lumineux des gaz de la chromosphère, et, par suite, les conditions de la loi de Kirchhoff ne sont pas, non plus, remplies. « Il est impossible » également que le spectre des vapeurs métalliques soit d'origine » purement calorifique. On peut même dire que les conditions rigou- » reuses de la loi de Kirchhoff ne sont sans doute jamais remplies, » car il est difficile de concevoir un phénomène solaire où n'inter- » viendrait ni une luminescence d'origine chimique, ni une illumi- » nation électrique (1). »

De ces réserves, il ne faut cependant pas tirer des conclusions excessives, car le rapport de l'émission des raies à leur absorption existe toujours, sans être absolu. Mais il était utile d'en parler parce que, si elles sont admises pour le spectre solaire, *a fortiori* ne peut-on les perdre de vue lorsqu'il s'agit de l'analyse spectroscopique des astres — étoiles et nébuleuses — qui, en raison de leur éloignement entre autres, sont moins accessibles à nos observations et à une étude complète de leur spectre; en effet, les conditions physiques de ces astres, leur atmosphère et toutes les autres contingences à considérer, nous sont beaucoup moins connues que pour le Soleil.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

(1) P. SALET, *Spectroscopie astronomique*, p. 223. Paris, 1909.



## UN SPECTACLE MERVEILLEUX.

Rentrant de la ville, le mardi 27 mars 1923, vers 6 heures 1/2 du soir, et tenté par le charme d'une soirée printanière, je traversais le bois de la Cambre.

L'air était d'une douceur exquise, le ciel très pur, et la lune, au début de son second quartier, répandait dans le crépuscule qu'elle semblait vouloir prolonger, une lumière adorable que tamisaient les branches.

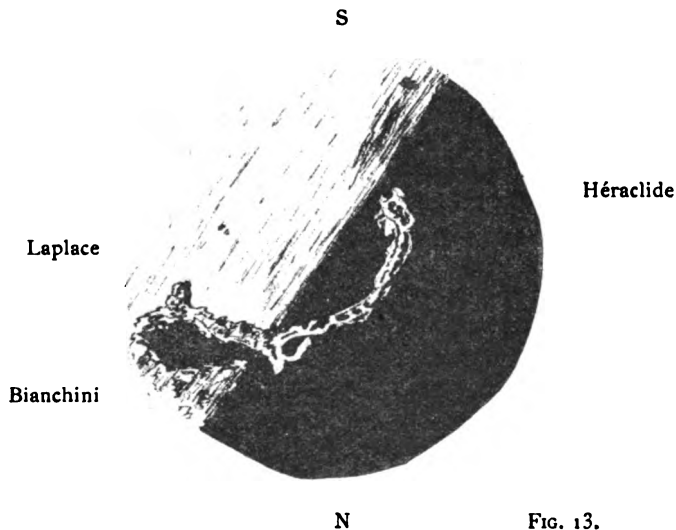


FIG. 13.

Quelle ne fut pas ma surprise quand, à un moment où la lune m'apparut dans une éclaircie de celles-ci, je remarquai, vers le milieu de la partie nord du terminateur, une énorme protubérance très visible à l'œil nu, et telle que jamais les inégalités de la zone limite entre l'ombre et la lumière ne m'étaient apparues.

Intrigué par ce spectacle, je me hâtai de rentrer pour observer le phénomène de plus près.

Un coup d'œil rapide aux jumelles (grossissement 8) me convainquit immédiatement de ce qu'il s'agissait d'un magnifique lever de soleil sur les rives montagneuses du golfe des Iris, aussi poétiques que le nom lui-même, lesquelles formaient en avant du terminateur,

et tranchant vivement sur la partie encore obscure qu'elle embrassait, une anse lumineuse immense se rattachant par chacune de ses extrémités, à la partie éclairée du disque.

A la lunette, le spectacle gagnait en beauté à chaque grossissement supérieur employé. Pour le décrire, il faudrait la plume enthousiaste d'un Flammarion.

La courbe lumineuse formée par la rive éclairée prenait en effet de plus en plus la forme d'une anse d'orfèvrerie, finement et richement ciselée dans un métal précieux. Elle se rattachait à la partie éclairée du limbe par deux motifs d'une finesse extraordinaire formés, au sud par le promontoire Héraclide, au nord par Bianchini, dont l'éclairement particulier donnait l'illusion complète d'une de ces boucles par quoi se terminent souvent les anses artistiques.

Par-dessus tout, l'élégance, le délié de la courbe formée par l'objet arrachaient des exclamations aux personnes à qui je pus faire admirer ce chef-d'œuvre de la nature ; l'ensemble me parut bien digne de contenter les Pharaons les plus exigeants, les savants les plus érudits, les artistes les plus délicats.

N'ayant pas à ma disposition le nécessaire pour photographier la merveille, je me suis efforcé de la rendre par le dessin. Celui-ci n'en donne d'ailleurs qu'une idée absolument insuffisante et informe.

Je serais particulièrement reconnaissant à quiconque, sociétaire ou lecteur, qui plus heureux que moi, pourrait m'en procurer une photographie à publier dans le bulletin.

L'aspect en question doit d'ailleurs ne se présenter que très rarement ce qui s'explique par les différences d'éclairement dues aux libérations. Non seulement je ne l'avais jamais observé dans des conditions même se rapprochant de celles où je l'ai vu, mais aucune des douze photographies de cette région sous des éclairements tous différents du bel ouvrage *The Moon* de Pickering n'en peut donner une idée ; parmi les autres reproductions assez nombreuses que j'ai sous les yeux, deux dessins, un de Mabire et un de Moreux, représentent des aspects ressemblants, quoique essentiellement différents de l'anse parfaite qu'il m'a été donné de contempler. D'ailleurs cette région est de celles qui attirent le plus l'attention, et que l'on reproduit à l'envi dans les publications spéciales, à raison des particularités étonnantes auxquelles les jeux de lumières y donnent fréquemment lieu.

L'une d'elles est connue sous le nom de la « tête de femme ». Cet aspect magnifique du promontoire d'Héraclide (voir croquis) s'est

présenté le 27 mars 1923, vers 10 heures, au moment où la lumière solaire ayant envahi tout le fond du golfe des Iris, l'anse décrite ci-avant se fondit dans la partie éclairée du limbe, tandis que Héraclide se muait en tête féminine, et que les pentes au sud du promontoire prenaient l'aspect d'ailes diaphanes de victoire si bien rendu par l'abbé Moreux (*Un jour dans la Lune*, p. 122). En changeant légèrement la mise au point de l'oculaire de manière à avoir un peu de flou, l'illusion était complète.

Quelques-uns de nos sociétaires qui se trouvaient vers 10 heures 1/2 aux installations de notre société, à l'Observatoire d'Uccle, ont pu, eux aussi, jouir du spectacle magnifique de cette apparition.

Que de joies, donc, scientifiques et artistiques, sont réservées aux observateurs attentifs de notre satellite, à qui des instruments coûteux ne sont, par surcroît, nullement nécessaires, puisqu'ici le phénomène se trouvait être visible à l'œil nu et très beau déjà dans de simples jumelles.

M. H.

---

## L'ANNÉE MÉTÉOROLOGIQUE 1922.

Nous présentons, au lecteur de *Ciel et Terre*, un résumé de l'année météorologique 1922, sous forme de graphiques. Les données concernent l'Institut royal météorologique (altitude 100 mètres); elles nous ont été fournies par cet établissement.

**La fig. 1.** — Donne une idée de la vitesse du vent au cours de l'année.

Le graphique supérieur est celui des vitesses moyennes du vent, jour par jour.

Le graphique inférieur montre jour par jour :

1° En trait plein, le nombre d'heures pendant lesquelles la vitesse du vent est restée entre 4 et 8 mètres par seconde;

2° En trait interrompu, le nombre d'heures de vent de vitesse supérieure à 8 mètres par seconde.

Les jours de vents très faibles ou nuls sont indiqués par un petit trait qui n'atteint pas le niveau 0.

**La fig. 2.** — Montre, mois par mois, la répartition des directions du vent (polygone en trait plein). La longueur d'un rayon vecteur est proportionnelle au nombre d'heures pendant lequel le vent a soufflé de la direction envisagée. Le cercle a un rayon proportionnel aux

heures de calme. Les points cardinaux sont orientés N vers le haut, E vers la droite, etc.

Les figures en trait interrompu sont relatives aux moyennes prises pour un grand nombre d'années, en sorte que les diagrammes montrent d'un coup d'œil, non seulement la fréquence des vents suivant les différents azimuts, mais aussi les écarts par rapport aux moyennes.

L'anomalie du mois d'octobre est remarquable.

### VITESSE DU VENT A UCCLE -1922-

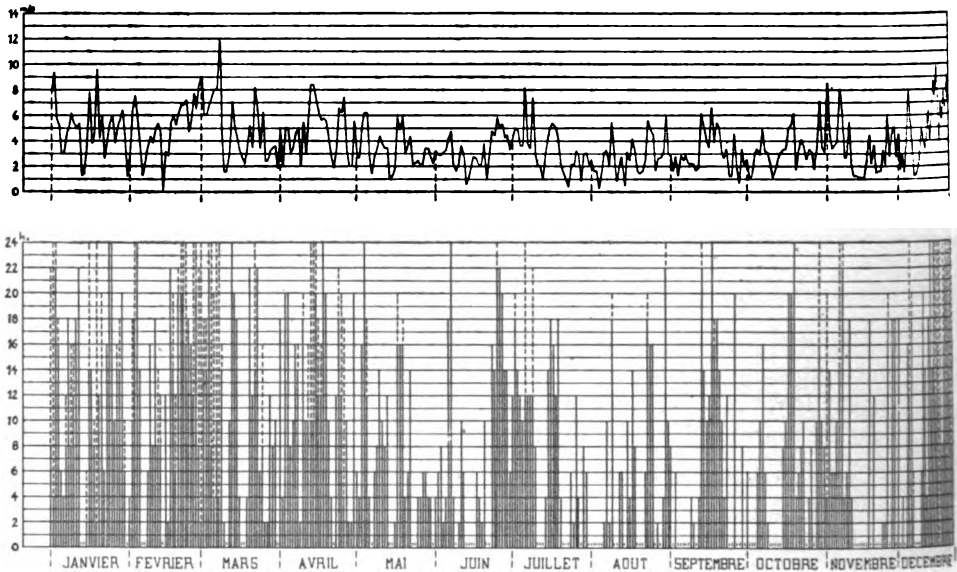


FIG. 1.

La fig. 3. — Est relative à l'année entière.

La fig. 4. — Montre la marche du baromètre : elle a été tracée en prenant la pression moyenne de chaque jour.

On remarque que les grandes variations s'observent beaucoup moins en été (juin, juillet, août) que pendant les autres saisons.

La fig. 5. — Donne la marche des maxima et des minima journaliers de température. On y a joint la courbe représentant la température moyenne déduite de 30 années d'observations. De cette façon, les grandes anomalies sont très frappantes.

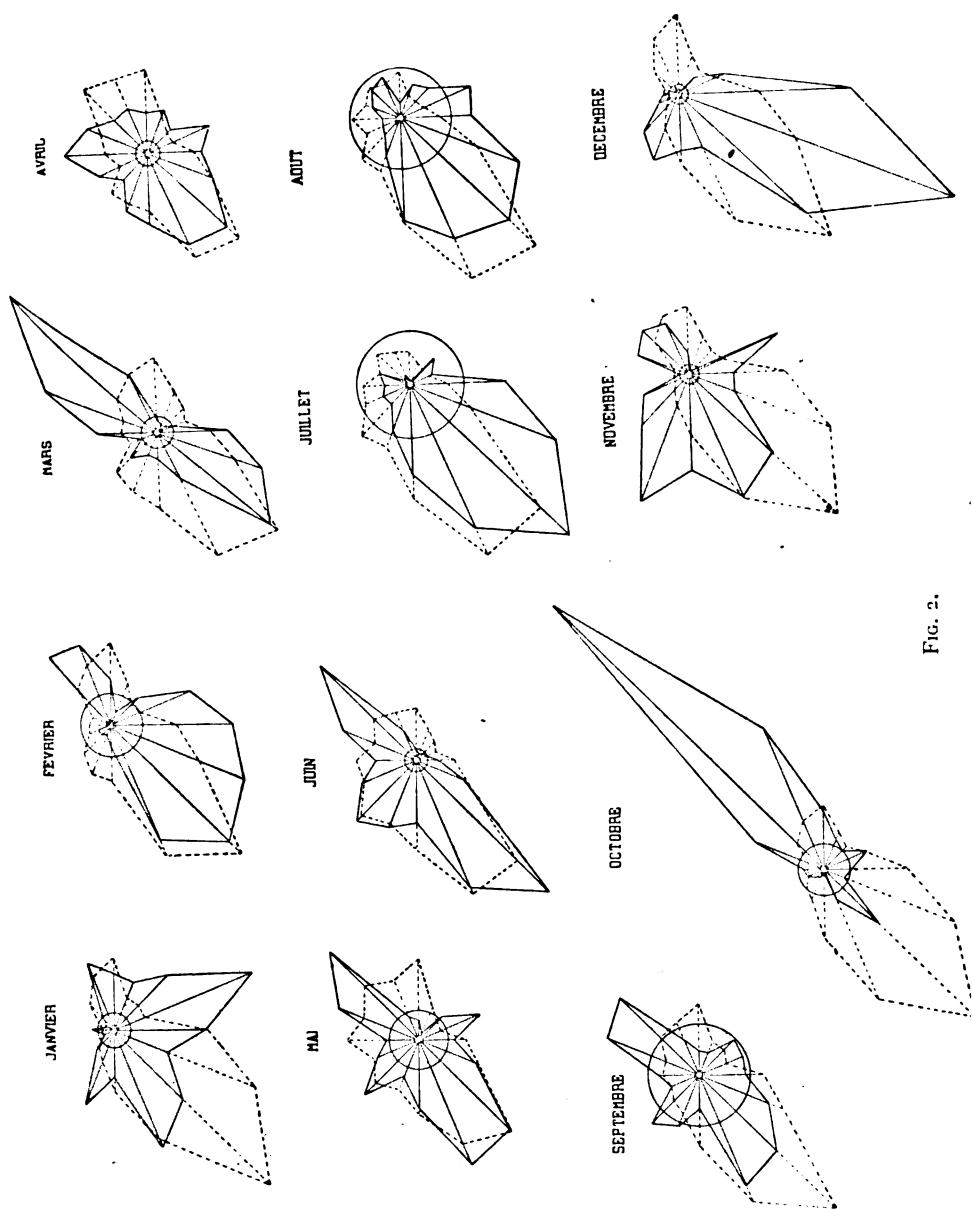


FIG. 2.

L'excès notable dans la deuxième quinzaine de mai est remarquable.

Le tracé en escalier donne les moyennes mensuelles (30 années).

### FREQUENCE DES VENTS A UCCLE

1922

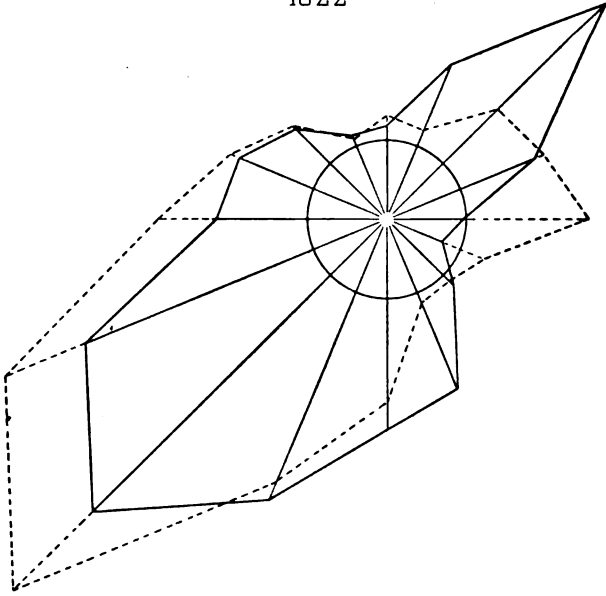


FIG. 3.

**La fig. 6. —** Est relative aux précipitations.

Les colonnes de la partie supérieure représentent les totaux mensuels et la partie inférieure du diagramme donne la répartition, jour par jour.

Les jours de pluie non mesurable sont marqués par un point noir qui n'affleure pas au niveau 0.

La sécheresse de mai est très marquée, ainsi que les fortes pluies d'orage de juin qui donnent à ce mois un total considérable.

**La fig. 7. —** Donne le nombre d'heures de soleil, jour par jour. La courbe qui limite le dessin vers le haut donne la durée totale du jour. Les parties de la figure en noir représentent les heures pendant

MARCHE DU BAROMETRE A UCCLE -1922-

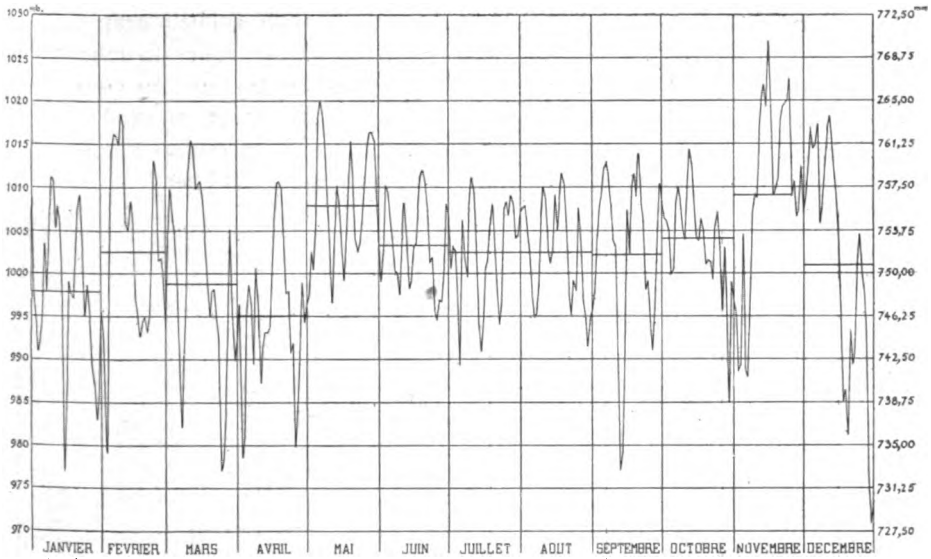


FIG. 4.

TEMPERATURE DE L'AIR A UCCLE -1922-

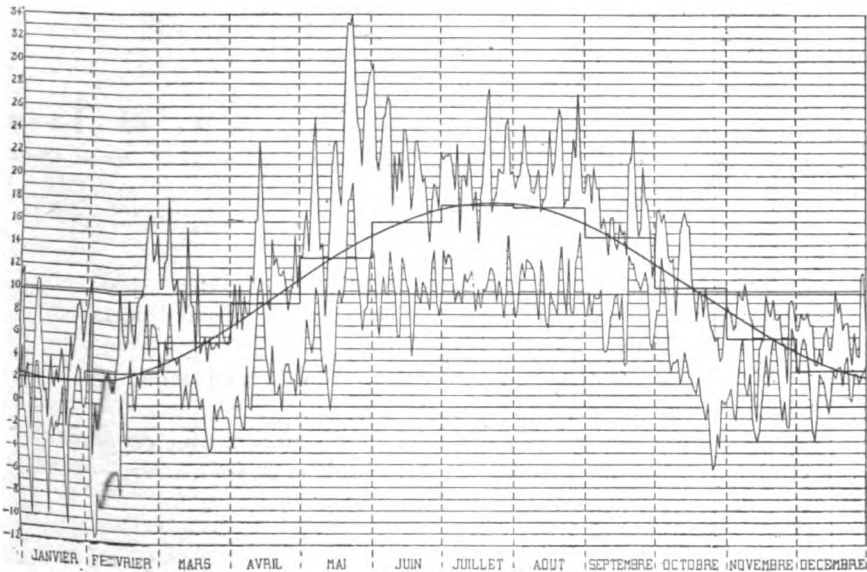


FIG. 5.

lesquelles le Soleil était invisible ou n'avait plus qu'un rayonnement inappréciable. Cette figure donne une idée un peu faussée par le fait qu'un Soleil près de l'horizon ne laisse pas de trace à l'héliographe. C'est ainsi qu'une journée entièrement sereine peut marquer un déficit de plus de deux heures. Par contre, il y a excès, lorsque, au cours d'une journée moyenne, le Soleil est alternativement masqué et démasqué un grand nombre de fois. Le trait de combustion du papier étant assez gros, les discontinuités n'apparaissent pas.

### PRECIPITATIONS À UCCLE - 1922 -

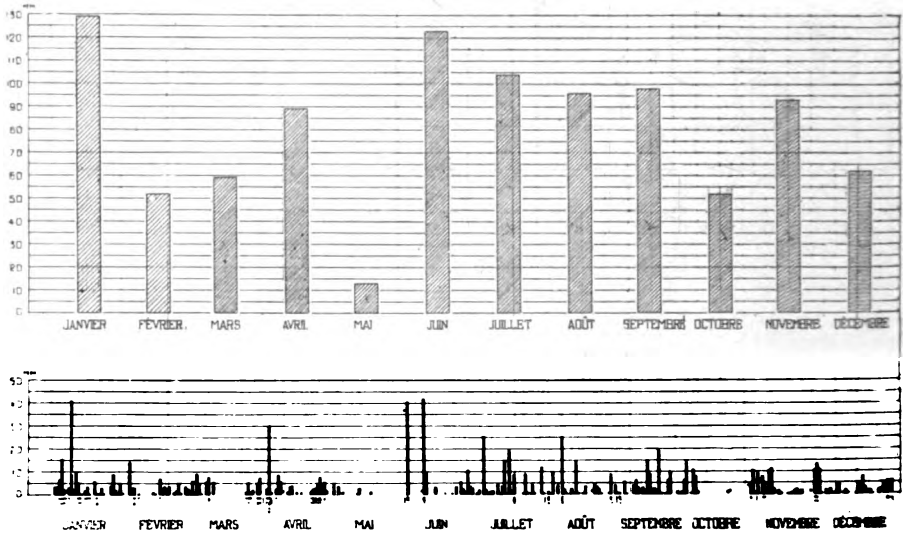


Fig. 6.

**La fig. 8. — Montre :**

- 1° Le nombre total d'heures de soleil, mois par mois;
- 2° Le pourcentage de soleil (nombre d'heures de soleil pour cent heures possibles de soleil);
- 3° Enfin, les écarts par rapport aux moyennes mensuelles (30 ans environ).

On voit que l'année a été généralement déficitaire, avec cependant un très léger excès en février et un excès notable en mai.



INSOLATION A UCCLE - 1922 -

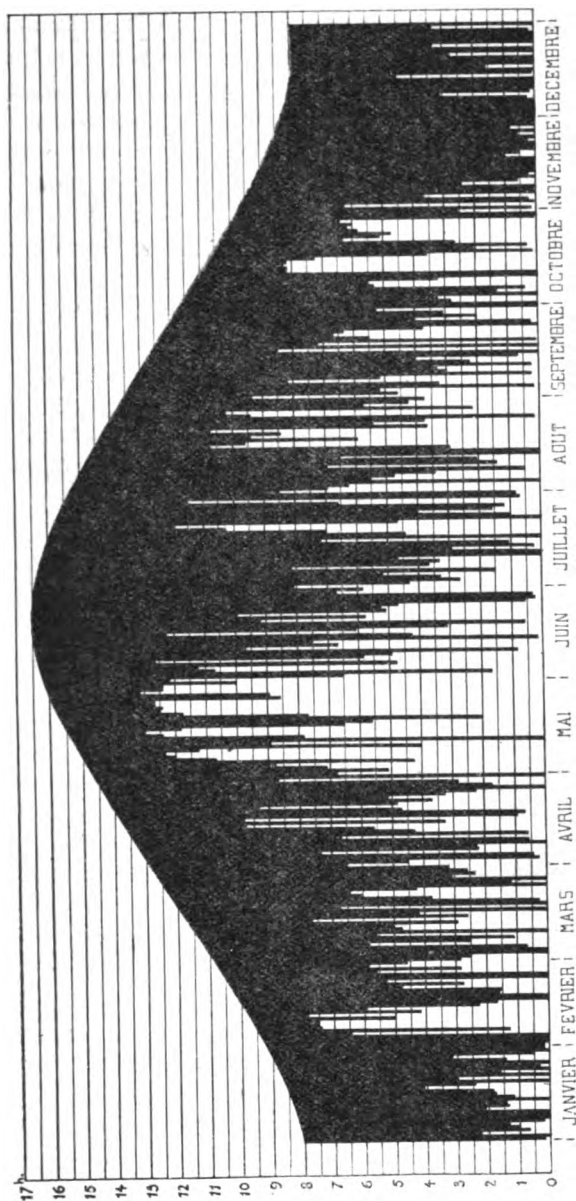


FIG. 7.

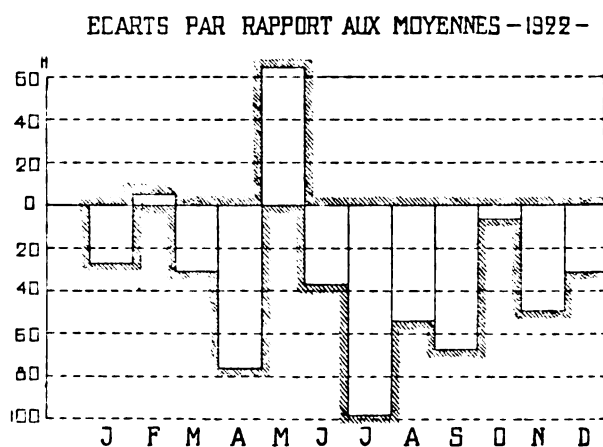
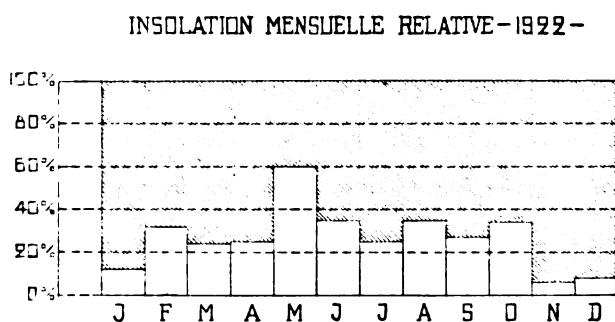
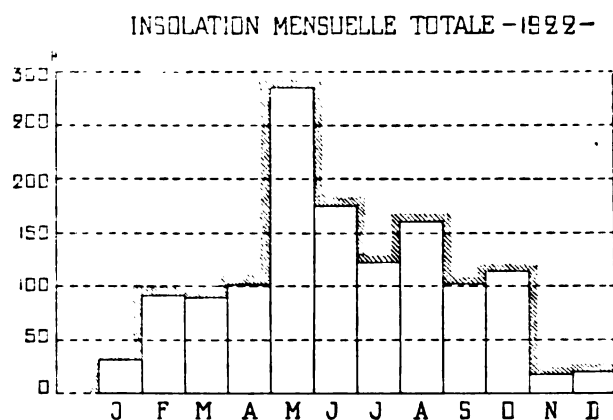


FIG. 8.

**Remarque.** — Ces figures, que nous comptons publier chaque année, donneront, après un certain temps, une idée assez précise du climat du centre de la Belgique.

## PROCÈS-VERBAL

Séance mensuelle du 17 février 1923.

La séance est ouverte à 16 heures, sous la présidence de M. A. Flammache, vice-président.

M. Dupont, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente, qui est approuvé.

M. Lagrange donne lecture d'une lettre reçue de M. Charbonneau, qui, retenu à Londres, ne pourra donner sa communication sur les rayons infra-rouges.

M. le Président donne la parole à M. Jaumotte, qui veut bien, quoique pris à l'improviste, faire une communication sur les prévisions météorologiques et plus particulièrement sur la méthode suivie aujourd'hui à l'Institut Royal Météorologique pour l'établissement de la carte de prévision du temps.

M. Jaumotte rappelle l'étude publiée il y a quelques mois dans le bulletin de la Société sur les nouvelles théories de M. Bjerkness.

En s'aidant des cartes du temps publiées par l'I. R. M., M. Jaumotte montre comment les phénomènes météorologiques s'interprètent d'une manière tout à fait logique à la lueur des théories de M. Bjerkness. Les mêmes situations, interprétées d'après les anciennes théories, auraient conduit à des prévisions entièrement fausses.

On peut dire qu'aujourd'hui les prévisions à courte échéance, c'est-à-dire celles ayant pour objet de prévoir le temps maximum vingt-quatre heures d'avance, sont exactes neuf fois sur dix.

M. Lagrange demande à M. Jaumotte de bien vouloir comparer le schéma qu'il vient de dessiner de la constitution du cyclone normal de Bjerkness, avec le schéma du cyclone classique tel que les météorologistes l'ont conçu jusqu'aujourd'hui.

Il voudrait savoir ce que sont devenus dans la conception nouvelle les quadrants météorologiques du cyclone ancien. Cette comparaison lui paraîtrait utile précisément pour mettre bien en évidence les progrès accomplis dans la connaissance exacte des phénomènes.

M. Lagrange, à propos de l'instructive communication de M. le directeur Jaumotte, sur les nouvelles théories météorologiques de Bjerkness, rappelle quelques traits de la vie scientifique de J. C. Houzeau et deux ouvrages traitant de la météorologie et de la physique du globe que ce savant astronome a publiés au début de sa carrière,

en 1850, dans l'Encyclopédie populaire qu'édita Alex. Jamar à cette époque. La partie scientifique de cette œuvre encyclopédique avait été confiée à Quetelet, qui n'en avait accepté la direction générale qu'à condition de pouvoir garantir à tous ses collaborateurs une entière liberté intellectuelle d'exécution. Quetelet, qui regrettait toujours Houzeau, lui avait demandé sa collaboration. Ces deux ouvrages sont remarquables par la quantité de matière scientifique qu'ils contiennent en un nombre de pages bien restreint, par la clarté et l'élégance du style et en même temps par l'esprit synthétique qui s'y révèle dans l'exposition; M. Lagrange pense qu'il n'est pas inopportun de parler de ces œuvres météorologiques modestes de notre grand astronome au moment où la météorologie, suivant des voies nouvelles, cherche à vérifier une grande synthèse nouvelle due aux Bjerkness.

M. Lagrange développera ces souvenirs d'histoire météorologique dans une note qu'il enverra au Bulletin.

M. Lagrange demande ensuite la parole pour entretenir quelques instants l'assistance de la première session de la Section de sismologie de l'Union internationale de géophysique. Elle s'est tenue lors du Congrès des Unions géophysique et astronomique internationales de Rome, en mai 1922. Cette Section de sismologie a pris, comme on le sait, la place de l'Association sismologique internationale, dont l'existence n'a pas résisté à la guerre; cela n'est guère étonnant d'ailleurs, puisque son bureau central s'identifiait à peu près avec les dirigeants allemands de la station sismologique centrale de Strasbourg.

« Nous avons déjà dans une note, dit M. Lagrange, donné l'organisation nouvelle de la section, et il est inutile d'y revenir. Nous voulons seulement dire deux mots aujourd'hui, et le compte rendu officiel de la session publiée par le Prof. Rothé (Strasbourg) nous en donne l'occasion (1), des questions scientifiques agitées à Rome; elles ne sont guère nombreuses et tout ce qu'on y a fait rentre plutôt dans le cadre administratif ou d'organisation.

» Une de ces rares questions est celle de l'étude des mouvements microsismiques. M. Somville, qui dirige avec tant de talent les études et la station sismologique de notre Observatoire royal, a pris aux débats sur cette question une part prépondérante et a provoqué la

---

(1) Conseil international de recherches, Union géodésique et géophysique internationale, Section de sismologie. Compte rendu des séances de la première Conférence tenue à Rome, du 2 au 10 mai 1922, rédigés par le secrétaire E. Rothé. — Ed. Privat, Toulouse, 1922.

création d'une Commission spéciale, qui sera chargée d'étudier l'adoption d'une méthode unique d'utilisation des enregistrements ; la section lui a demandé de bien vouloir en prendre la présidence ; le projet développé par M. Somville semble à juste titre offrir le seul moyen de pouvoir dans le futur tirer de justes conclusions de la comparaison des observations ; nous le publierons dans un de nos prochains bulletins.

» Le mystère qui s'attache à l'origine des microsismes n'est pas levé à l'heure actuelle ; cette origine est ignorée et à cette occasion nous signalerons que la dernière publication de la Commission sismologique permanente de Russie (1919) vient de parvenir en Angleterre, d'après ce qu'a annoncé le professeur Turner, à la R. A. S. (8 décembre 1922), et qu'elle contient un mémoire du Pr. Galitzine sur cette même question des microsismes ; il avait entrepris quelque temps avant sa mort des recherches comparées sur l'observation des mouvements microsismiques à Pulkovo et à Irkutsk, au bord de la mer et au centre du continent sibérien ; d'après le mémoire précité, les mouvements microsismiques semblent, d'une manière générale, plus faibles à Irkutsk qu'à Pulkovo, et l'on a pu, en certaines circonstances, établir une certaine connexité entre eux ; dans d'autres cas, l'agitation microsismique a pu, à Pulkovo, être associée à l'état du temps à l'ouest ; cependant Galitzine ne veut rien conclure et laisse le problème non solutionné.

» M. Klotz au Canada, et Omori au Japon, dans des études antérieures, avaient conclu nettement à la relation des microsismes ou de certains microsismes locaux avec les dépressions barométriques et le gradient. M. Somville, de son côté, d'après l'étude des mouvements microsismiques à Hambourg, Göttingen, Gratz, Potsdam, Pulkovo et Uccle, exclut comme cause productrice des mouvements de trois à neuf secondes de période, les mouvements des vagues de la mer, et conclut aussi à l'action générale des dépressions barométriques. Cette belle étude a été publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, dès 1914.

» M. Somville a donné encore à la section, dans sa séance du vendredi 5 mai, une communication très importante sur les constantes des pendules Galitzine et l'étude de leurs changements, notamment sous l'influence de la température ; c'est une étude de sismologie expérimentale de la plus grande valeur pour les observateurs qui se servent des appareils à amortissement magnétique de Pr. Galitzine.

On trouvera cette communication développée dans les *Annales de l'Observatoire d'Uccle*.

» En résumé, les communications de M. Somville et celles de M. Oddone (mais celles-ci touchent plus à l'acoustique qu'à la sismologie) sont les seules que nous ayons à signaler comme ayant un caractère scientifique et intéressant nos lecteurs, produites devant les membres de la section de sismologie à Rome, en mai 1922. Il me paraît que cette constatation fait assez honneur à notre Observatoire royal ».

M. Lagrange se permettra, à une prochaine assemblée mensuelle, d'entretenir nos membres des questions principales qui font actuellement l'objet des études sismologiques, et du caractère que ces études ont pris.

M. Jaumotte communique ensuite à l'assemblée l'état actuel des études poursuivies par lui à l'Observatoire sur l'action que le vent exerce sur les bâtiments, et veut bien promettre pour plus tard de nouvelles communications sur cette question.

M. Pauwels montre à l'assemblée un tronçon de barre en platine irridié ayant servi à l'établissement du mètre-étalon. Cet échantillon provient de la maison Johnston, Matthey, à Londres, et est le même que celui qui a servi à notre compatriote, M. J.-B. Stas, pour les analyses chimiques faites pour compte du Bureau international des poids et mesures.

Après quelques mots de remerciement du Président à l'adresse des conférenciers, la séance est levée à 18 heures.

---

## Notes

### BETA CETI

L'*Observatory*, d'avril 1923, publie une lettre reçue de M. William N. Abbott, d'Athènes, au sujet de la découverte de l'augmentation d'éclat de Beta Ceti. Nous en donnons ci-après la traduction :

« MESSIEURS,

» La soudaine augmentation d'éclat de l'étoile  $\beta$  Ceti a été le sujet de nombreuses publications qui semblent avoir accaparé l'intérêt du monde scientifique et profane.

» En conséquence, et considérant le très petit nombre d'observations faites dans de bonnes conditions, au sujet de ce phénomène extraordinaire, je pense qu'il est de mon devoir de vous communiquer les miennes :

» C'était le soir du 13 février; au moment de commencer des observations de variables, et en jetant un rapide coup d'œil sur l'ensemble du ciel, mon attention fut attirée par l'éclat remarquable de l'étoile  $\beta$  Ceti. Dans les environs immédiats, aucun autre objet, excepté la planète Mars, ne pouvait lui être comparé comme magnitude.

» Immédiatement, j'effectuai des mesures de comparaison qui me prouvèrent que l'étoile en question était supérieure en éclat à  $\alpha$  Tauri (Aldébaran), l'unité du catalogue de Harvard.

» Plusieurs nuages interrompirent notre travail; mais cependant, nous parvîmes à obtenir des mesures précieuses, lesquelles, quoique d'une exactitude plutôt approximative, n'en étaient pas moins très suffisantes.

» Les points les plus intéressants observés sont :

» 1<sup>o</sup> L'augmentation d'éclat;

» 2<sup>o</sup> La couleur jaune-orange intense de cette étoile;

» 3<sup>o</sup> Une scintillation remarquable, probablement due à des troubles atmosphériques inévitables dans les régions si basses de l'atmosphère (15° environ au-dessus de l'horizon).

» Pendant les deux nuits qui suivirent le 13 février, aucune observation ne fut possible, à cause des conditions atmosphériques défavorables; une masse très dense de nuages nous empêcha de continuer le travail commencé la veille, mais, heureusement, le 16, la partie ouest du ciel fut relativement déblayée des nuages et, en conséquence, les observations suivantes purent être faites : la magnitude de l'étoile semblait avoir beaucoup diminué depuis le 13; elle était inférieure à celle d'Aldébaran — qu'elle avait cependant dépassée le 13 — mais supérieure à celle de  $\gamma$  Cassiopeiæ [mag. 2,24], à laquelle elle équivaut dans les circonstances ordinaires. Sa couleur jaune était encore très accentuée.

» Pendant les nuits suivantes, aucune observation certaine ne put être faite à cause des circonstances atmosphériques défavorables et, plus tard, l'étoile, immergée dans l'horizon vapoureux du sud-ouest, devint invisible, perdue dans les rayons solaires.

» Dans quatre mois,  $\beta$  Ceti sera bien visible avant l'aurore et il

serait désirable que l'attention des observatoires se portât sur cet objet.

» Je suis..... »

WILLIAM N. ABBOTT,

Membre de la Société astronomique de France,  
Athènes.

**La « glace de fond » dans les lacs et les rivières.** — La question si controversée de la formation de la glace de fond, qui a donné lieu, depuis plus de deux siècles déjà, à de multiples recherches de la part des météorologistes et des physiciens, semble, avec les travaux récents accomplis pendant la guerre à Pétrograd, par un savant russe, W. J. Alsberg, avoir enfin trouvé sa solution (1).

Cette « glace de fond », que les Anglais nomment aussi « anchor-ice », parce qu'elle a ramené parfois du fond des ancres perdues dont la chaîne avait été brisée, se forme aussi bien dans les mers que dans les fleuves ou les eaux douces stagnantes dans certaines conditions ; cette formation, au contact du fond ou à peu de distance, a été niée d'abord par beaucoup d'observateurs, mais des expériences nombreuses et précises ont ensuite prouvé que le phénomène en lui-même est indéniable ; il ne restait dès lors qu'à l'expliquer, c'est-à-dire à le ramener à des principes physiques connus. C'est dire que la connaissance des propriétés physiques de l'eau ayant fait, depuis l'époque des premières observations du phénomène, des progrès tout à fait caractéristiques, il n'est pas étonnant de voir que ce phénomène ait une bibliographie très considérable ; ceux qui voudraient la consulter la trouveront rassemblée dans le grand ouvrage de Gunther (2) et il serait superflu de la reproduire ici.

Nous nous en voudrions cependant de ne pas en extraire l'opinion de Péron (3), au sujet de la température qui règne au fond des mers. « Toutes les recherches faites jusqu'à présent concordent à prouver que les fonds des abîmes de la mer, comme les plus hauts sommets des montagnes, sont couverts de glaces éternelles, même sous l'Equateur. » Bien entendu. Péron parlait ainsi avant tout sondage en mer profonde et se basait sur l'extrapolation d'un fait constaté : l'abaissement progressif de la température à partir de la surface.

Lorsque le phénomène du maximum de densité de l'eau pure fut bien connu, au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, les explications durent en tenir compte. Les travaux d'Arago, à ce sujet, font marque dans l'histoire du phénomène ; il montre que dans les eaux douces tranquilles, les couches profondes se maintiendront aux environs de 4° C., tandis que dans les eaux courantes elles pourront, par le mélange, atteindre une température plus basse, même les environs de zéro, et qu'alors les aspérités du sol faciliteront la congélation. D'après Gunther, Arago d'ailleurs n'était pas entièrement satisfait de son explication et plus tard, quand on put constater que le phénomène de l'« anchor ice » se passait aussi au fond des baies et des ports de mer, les physiciens durent chercher autre chose pour se satisfaire. Nous resterons cependant ici dans le domaine des eaux douces, des lacs ou des fleuves et nous pouvons, sans nouvelle transition, arriver aux recherches de Altberg.

Elles ont été entreprises pour mettre à néant la théorie de Barnes (4) et d'autres, suivant

---

(1) On the cause of the formation of ice at the bottom of rivers and lakes. *Quarterly Journal of the R. M. Society*, January 1923, p. 54 et s.

(2) *Geophysik*, t. II, p. 542.

(3) « Über die Temp. des Meerwassers, etc. », *Annales de Physique de Gilbert*, t. XIX, p. 443.

(4) Je n'ai pas trouvé trace de ces travaux de Barnes dans le *Quarterly Journal of the R. M. S.*, depuis 1910. B. L.



laquelle le refroidissement du sol au contact des eaux profondes est causé par un rayonnement obscur de radiations de grandes longueurs d'ondes—aux environs de  $10\ \mu$ —rayonnement pour lequel les eaux seraient transparentes. Les expériences de Rubens et d'autres physiciens ont démontré, au contraire, que l'eau absorbe toutes les radiations infra-rouges. M. Altberg nous donne d'ailleurs lui-même une théorie du phénomène qui paraît très satisfaisante.

Le point de départ de ses observations a été la surprenante formation de glace de fond dans la Néva, à Pétrograd, en 1914 ; par 20 mètres de profondeur, le sol de la rivière s'est recouvert d'une couche de glace atteignant jusqu'à 0<sup>m</sup>76 d'épaisseur ; cette glace recouvrirait ainsi tous les objets métalliques ou autres gisant sur le fond et en se déposant sur l'ouverture grillagée du tuyau d'alimentation des eaux de nettoyage de la ville, elle causa même une interruption dans le service. M. Altberg, chargé par la Compagnie des Eaux d'étudier le phénomène, en vint à une étude physique et expérimentale complète au Laboratoire de l'Observatoire physique central ; cette étude lui permit de trouver et de reproduire les circonstances qui accompagnent la formation de la glace de fond et d'en expliquer ainsi la production avec une certitude scientifique. Nous ne pouvons reproduire tout son mémoire et n'en citerons que les conclusions :

• Les déterminations thermométriques les plus précises ont prouvé que les eaux de fond, pendant la période où la formation de la glace de fond a été constatée étaient toujours dans un léger état de surfusion, entre 0.01° C. à 0.001° C. et ce, malgré la présence simultanée de la glace à 0° C. Malgré la formation de la glace, phénomène qui dégage de la chaleur, la surfusion se maintient, grâce au mouvement incessant de remplacement des eaux ; c'est ce mélange mécanique qui sert au transport de la chaleur du fond à la surface. La radiation de Barnes n'a rien à faire en l'occurrence. C'est donc grâce à cette circulation que la surfusion due initialement au repos des eaux peut se maintenir et là est la véritable explication d'un phénomène qui a pendant si longtemps excité la sagacité des physiciens. »

M. Altberg a d'ailleurs, comme nous le disions plus haut, reproduit et maintenu cet état phénoménal, dans le laboratoire, pendant des durées de temps qu'il aurait pu rendre indéfinies.

**Phénomènes météoriques.** (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 5, mars 1922.) — Le même auteur signale que des phénomènes analogues à celui qui est relaté ci-dessus semblent se produire fréquemment dans la période comprise entre le 7 et le 22 février. Il en cite bon nombre d'exemples. D'où il déduit que les radiants correspondants sont essentiellement divers. Cela prouve qu'il s'agit de systèmes différents, conclusion qui s'accorde avec les observations des bolides et des étoiles filantes ordinaires.

M. H.

**Passage de Mercure en 1924.** — L'Éphéméride de *La Connaissance des Temps*, pour l'an 1924, vient de nous parvenir. Il contient notamment des renseignements intéressants sur le prochain passage de Mercure devant le globe solaire, qui aura lieu le 7 mai 1924.

Le phénomène ne sera qu'en partie visible dans la partie occidentale de l'Europe, car le Soleil s'y lèvera après que le passage aura commencé.

En Belgique, la dernière partie du passage pourra seule être observée. Il restera un peu moins du quart du trajet à accomplir par la planète jusqu'à sa sortie du disque solaire. Nous ne disposerons donc que de deux heures environ entre le lever du Soleil et la fin du phénomène.

Pour voir le passage tout entier, il faudrait se rendre en Extrême-Orient, en Australie, ou dans la partie ouest de l'Océan Pacifique.

Le voyage est un peu long, et il est heureux que ce phénomène si intéressant soit moins rare que pour Vénus, qui ne se présentera dans les mêmes conditions qu'en l'an 2004.

En effet, Mercure passera de nouveau devant le Soleil en 1927, en 1937, en 1940, etc.

Quoi qu'il en soit, il sera bon de tout préparer pour mettre à profit le peu de temps dont on pourra disposer le 7 mai 1924.

Les points les plus intéressants à rechercher et à déterminer éventuellement à cette occasion, sont « l'auréole lumineuse », indice d'une atmosphère, si le phénomène n'est pas d'ordre purement subjectif, et « le point blanc » sur le disque noir de la planète signalé à plusieurs reprises et dont l'existence réelle reste encore problématique. M. H.

**Une nouvelle théorie de la lueur antisolaire.** (*Gegenschein* ou *Counter-glow*.) — Dans le numéro d'avril 1923 de *Scientifica et Revue du Ciel*, qu'il dirige, l'abbé Th. Moreux émet une hypothèse toute nouvelle au sujet de cette lumière mystérieuse que, moyennant des conditions particulièrement favorables, on peut observer par les nuits bien noires, dans le prolongement exact de la ligne qui joint les centres du Soleil et de la Terre.

Assez peu connue encore, la lueur antisolaire a donné lieu à diverses explications dont la plus plausible paraissait jusqu'à présent, être celle de Gylden. Ce dernier a établi qu'il se trouve, à 1.500.000 kilomètres sur l'axe du cône tangent à la Terre et au Soleil, soit à plus de 100.000 kilomètres au-delà du sommet du cône d'ombre géométrique (1), un point de l'espace, dit *neutre*, c'est-à-dire tel que toute particule matérielle qui viendrait à s'y trouver resterait indéfiniment dans la même situation par rapport aux deux astres considérés. Autour de ce point mathématique, il existe une région d'une certaine étendue telle que les particules cosmiques qui s'y trouveraient, décriraient autour du point neutre des ellipses fermées si elles se meuvent dans le plan de l'orbite terrestre, ou des oscillations de part et d'autre de ce point si elles se meuvent dans un plan perpendiculaire à l'écliptique.

Gylden admettait que, dans cette région, il avait pu se former une certaine condensation de matière cosmique, représentée par des météorites analogues à ceux qui constituent l'anneau qui donne lieu à la lumière zodiacale, et qui, l'on a de bonnes raisons de le supposer actuellement, s'étendrait bien au delà de l'orbite terrestre. Cet amas, très peu dense, restant toujours au delà du sommet du cône d'ombre de la terre, serait illuminé en permanence par le Soleil dont il nous renverrait les rayons, donnant ainsi naissance à cette lueur qui passe au méridien à minuit.

Il existe cependant à cette théorie si séduisante à première vue, des objections fondamentales. Celles-ci sont basées notamment sur le très petit nombre de météorites susceptibles d'être capturés par le « point neutre », en raison d'abord de leur très grand espacement, et plus encore des vitesses énormes qu'ils acquièrent à l'approche d'un globe planétaire.

L'abbé Moreux, reprenant en partie la thèse de Gylden, émet l'hypothèse que la matière cosmique amassée aux environs du point neutre serait formée, non plus aux dépens de la masse zodiacale, mais à ceux de l'atmosphère terrestre, et cela par un mécanisme analogue à celui qui préside à la formation des queues de comètes.

La pression de radiation que le Soleil exerce en permanence sur la Terre est égale à 70.000 tonnes, Poynting l'a démontré. Cette action, répartie à la périphérie de notre atmosphère, dans les régions élevées où se forment les aurores boréales et où l'action gravifique diminue de plus en plus, doit, à partir d'une hauteur déterminée, l'emporter sur la pesanteur, et chasser dans l'espace, suivant les génératrices d'un cône enveloppant le cône d'ombre, et qui se recoupent aux environs du point neutre, des quantités de particules gazeuses arrachées à notre atmosphère. Après s'être bousculées et gênées dans ce long trajet, celles-ci arriveraient au point neutre sans plus de vitesse appréciable, et y resteraient captées plus ou moins longtemps, nous dit l'auteur.

Leur éclaircissement par le Soleil nous donnerait la clef du mystère qui enveloppait jusqu'ici la lumière de minuit.

---

(1) Cfr. « Les éclipses de Lune », *Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, 4-7, 1922.

Cette hypothèse nouvelle et si ingénieuse paraît assez plausible dans l'ensemble. Elle est, en tous cas, grosse de conséquences sur lesquelles nous reviendrons, et fait le plus grand honneur au chercheur infatigable qu'est le distingué directeur de l'observatoire de Bourges.

Elle nous paraît cependant appeler, dès à présent, une réserve. C'est que la captation des particules matérielles par la zone neutre de Gylden perd beaucoup de sa pertinence en présence de l'hypothèse nouvelle de l'abbé Moreux. En effet, il n'est nul besoin, semble-t-il, d'admettre que les particules atmosphériques s'arrêtent en cet endroit pour expliquer le phénomène observé. Ne serait-on pas plutôt tenté de croire, au contraire, que l'annihilation de toute influence gravifique, en cette région, doit avoir pour effet d'accélérer le mouvement des atomes atmosphériques poussés par la pression lumineuse. Loin donc de s'y arrêter, comme l'admet l'abbé Moreux, le flux n'y passerait-il pas, au contraire, plus rapidement? Les particules gazeuses en question, ne l'oublions pas, circulent dans le vide, donc sans résistance de milieu et contrariées seulement parce qu'il peut rester d'influence à la pesanteur. Leur agglomération plus ou moins grande, à mesure qu'elles se rapprochent du point neutre, et les chocs qui peuvent en résulter, ne semblent pas devoir exercer beaucoup d'influence sur leur vitesse de translation. D'ailleurs, la seule convergence des particules au sommet du cône, et l'effet de perspective qui s'y ajoute, suffisent amplement, ce nous semble, à donner naissance à la zone lumineuse qu'il était si intéressant d'expliquer.

M. H.

**Étoile variable.** — La circulaire n° 16 du Bureau des télégrammes astronomiques de Copenhague, signale la découverte d'une variable par M. Comas Sola, de Barcelone. La variation de cette étoile a été excessivement rapide, sans qu'il puisse y avoir de doute au sujet de sa réalité.

Un premier cliché posé le 17 avril 1923 de 11 h. 45 m. à 12 h. 15 m. montre l'étoile de grandeur  $12^m4$ ; un second cliché de la même nuit, posé immédiatement après (12 h. 15 m. à 12 h. 45 m.) accuse la grandeur  $11^m2$ .

La même étoile retrouvée sur les clichés antérieurs avait les grandeurs respectives suivantes :  $12^m4$  au 5 mai 1916;  $12^m3$  au 4 mai 1921;  $12^m3$  au 15 avril 1923.

La position de l'astre est 1923,0  $\alpha$  = 15 h. 14 m. 13 s.  $\delta$  =  $-8^{\circ}11'$ .

E. D.

**Nova Cygni 1923.** — Un télégramme de Sir Dyson, directeur de l'Observatoire de Greenwich, envoyé au bureau central de Copenhague, signale la découverte par M. Anderson d'une nova dans le Cygne à la position suivante :

1923 8 mai 12 h. 0 m. t. m. Gr.  $\alpha$  = 21 h. 20 m. 40 s.  $\delta$  =  $+35^{\circ}56'$ .

L'astre à la découverte était de 5<sup>e</sup> grandeur.

A Uccle, l'annonce de la découverte parvenue le samedi 12 mai n'a pu être suivie d'observation que lundi 14, par suite du mauvais temps. Le 14 à 10 h. t. m. Gr., je n'ai aperçu à la position indiquée aucune étoile supérieure à la 9<sup>e</sup> grandeur dans les environs immédiats de la position assignée. Un cliché pris avec un objectif Tessar de Zeiss la même nuit, ne montre aucune étoile de grandeur supérieure à  $9^m5$ , capable d'être identifiée avec la nova. Peut-être celle-ci est-elle déjà descendue en dessous de cette limite.

E. D.

**Bolide.** — M. Lombeau, calculateur à l'Observatoire d'Uccle, a observé un beau bolide le 23 avril à 8 h. 50 m. t. m. gr. L'astre présentait un éclat du  $1/15$  peut-être même du  $1/10$  de l'éclat de la lune. Il se dirigeait du Nord vers l'Est, se déplaçant d'un mouvement excessivement lent et est passé au nord de Cassiopee.

**Comète supposée.** — Un télégramme transmis par M. Shapley, directeur de l'Observatoire d'Harvard, au bureau des télégrammes astronomiques de Copenhague, annonçait la découverte par M. Metcalf d'une comète de 9<sup>e</sup> grandeur dans la position ci-après :

7 mai, à 14 h. 52 m. 8 t. m. gr.

$\alpha = 17$  h. 31 m.

$\delta = + 12^{\circ} 20'$ .

Un second télégramme, annulant le premier, donne à croire qu'il s'agissait d'un défaut sur une plaque photographique. E. D.

**Visibilité de Mercure.** — La planète s'est trouvée à sa plus grande élongation orientale le 5 mai de cette année. Dès le 28 avril nous avons pu la voir très facilement à l'œil nu et cela vers 7 h. 3/4 t. m. gr. Après l'élongation, le mauvais temps a empêché de pousser les observations pour trouver la limite de visibilité.

Il nous paraît cependant que l'on peut trouver l'astre très facilement une bonne dizaine de jours au moins avant l'élongation et il est vraiment étonnant de lire que des astronomes réputés n'ont pu faire cette observation une seule fois au cours de leur vie; le climat de la région où ils vivaient, peut être pour beaucoup dans l'insuccès. E. D.

#### Occultations principales en juin :

| DATES | NOM               | GR. | IMMERSION |       |     | EMERSION |       |     |
|-------|-------------------|-----|-----------|-------|-----|----------|-------|-----|
|       |                   |     | T. L.     | Angle |     | T. L.    | Angle |     |
|       |                   |     |           | P.    | Z.  |          | P.    | Z.  |
| 6     | 78 Verseau        | 6,3 | h. m.     | °     | °   | h. m.    | °     | °   |
| 8     | 10 Baleine        | 6,4 | 1 36      | 23    | 57  | 2 23     | 300   | 330 |
| 21    | $\beta$ Vierge    | 3,8 | 13 23     | 53    | 90  | 13 57    | 350   | 24  |
| 24    | 22 B. Balance     | 6,4 | 20 6      | 165   | 168 | 20 47    | 235   | 230 |
| 29    | 173 B. Sagittaire | 6,4 | 3 9       | 86    | 60  | 4 14     | 256   | 223 |
| 29    | 171 B. Sagittaire | 6,1 | 3 11      | 118   | 92  | 4 3      | 223   | 191 |

**Dons pour la société.** — Nous avons le plaisir d'annoncer à nos membres que divers dons importants ont été faits ces derniers temps à la société. Nous avons reçu :

|                                         |               |
|-----------------------------------------|---------------|
| De M <sup>me</sup> veuve Ernest Solvay. | 3,000 francs; |
| De M. Fernand Jacobs                    | 500 »         |
| De M. Max Hauptmann                     | 500 »         |
| De M. Paul-L. Dupont                    | 500 »         |

Ces dons volontaires nous sont d'un très précieux secours pour nous aider à maintenir la publication du bulletin. Le coût du papier, les frais d'impression et les autres débours que nécessite le service du bulletin absorbent actuellement beaucoup plus que le montant des cotisations de nos membres.

Nous espérons que l'exemple donné par nos amis trouvera des imitateurs, et que nous pourrons enregistrer quelques nouveaux dons au prochain bulletin.

# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 >

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 >

Id. (intérieure) id. fr. 8 >

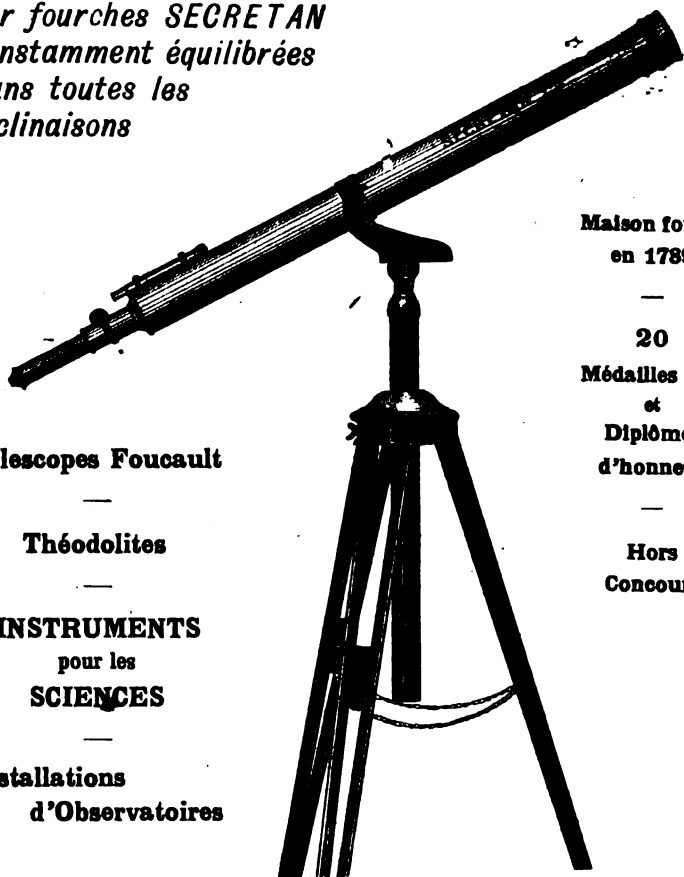
par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

Instrumente de Précision  
**SECRETAN**

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur  
—

Hors  
Concours

Demandez le catalogue  
**SECRETAN**  
151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.



## BULLETIN

DE LA

**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:



*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                  | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Sur l'organisation internationale de l'observation des étoiles variables</i> , par Félix de Roy (suite et fin).                                               | 129   |
| <i>Les Nébuleuses</i> (suite), par A. Boutquin.                                                                                                                  | 133   |
| <i>Sur quelques types d'accéléromètres sismiques</i> , par G. Agamennone.                                                                                        | 137   |
| <i>Région commune à l'astronomie et à la géodésie</i> , par M. Gheury de Bray.                                                                                   | 143   |
| <i>La réforme du calendrier</i> , par Armand Baar.                                                                                                               | 146   |
| <i>Notes</i> : Albert-Abraham Michelson, par E. L. Observations de Nova Cygni n° 3.                                                                              |       |
| Nouvelle variable dans la constellation du Cygne. Un intéressant météore, par M. H. Nos amitiés italiennes : Urania, par E. L. L'éclipse de lune du 3 mars 1923. |       |
| Mercure, par M. H.                                                                                                                                               |       |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

MAX HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. RÉCLAMATIONS. — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.

II. CORRESPONDANCES. — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.

III. COMPTABILITÉ. — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. RÉDACTION DU BULLETIN. — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.

V. BIBLIOTHÈQUE. — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.

La bibliothèque, qui se trouve au Palais Mondial, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.



## SUR L'ORGANISATION INTERNATIONALE DE L'OBSERVATION DES ÉTOILES VARIABLES

Communication présentée  
au Comité National d'Astronomie, le 19 octobre 1922.

*(Suite et fin.)*

### Les organisations d'amateurs.

Il nous reste à dire quelques mots des mesures prises ou à prendre pour donner suite aux résolutions de Rome, principalement en ce qui concerne la coopération des organisations pour l'observation des étoiles variables.

Les principales de ces organisations sont, dans l'ordre de leur fondation, celles de Grande-Bretagne, des Etats-Unis et de France. Des tentatives pour créer des associations similaires ont été faites en Allemagne, sous les auspices de l'Ingedelia et la direction de M. Leiner, et en Scandinavie, à l'initiative de l'Astronomisk Selskab de Copenhague. Il est possible que l'Astronomical Society of South Africa, récemment fondée par la fusion des sociétés astronomiques du Cap et de Johannesburg, et dont les statuts prévoient des sections d'observation, fasse un effort dans le même sens, d'autant plus que son Comité comprend le Dr Roberts, M. Wood et M. J.-F. Skjellerup. De vastes possibilités d'extension existent donc à cet égard.

Les méthodes de ces associations sont cependant assez différentes.

La Section des étoiles variables de la British Astronomical Association de Londres (V. S. S.) a été fondée en 1890, et son premier directeur fut J. E. Gore. Ce n'est qu'en 1900 toutefois, sous la direction du colonel E.-E. Markwick, que son caractère devint nettement coopératif et qu'elle commença de réaliser une organisation qui, à beaucoup de points de vue, a servi de modèle. Le colonel Markwick constitua un programme d'observations comprenant 23 variables à longue période, 4 Algolides, 8 Céphéides et Lyrides et 8 irrégulières, dont R Coronæ et R Scuti. Plus tard, il y ajouta SS Cygni et U Geminorum.

En 1910, M. C.-L. Brook succéda à Markwick et orienta le programme vers l'observation presque exclusive des longues périodes, avec la seule addition de SS Cygni, U Geminorum, R Scuti et R Coronæ. En 1920, 23 amateurs de cette organisation observaient

47 longues périodes, avec 7727 observations, soit environ 180 observations par étoile en moyenne (les chiffres variaient entre 33 et 310), plus un millier d'observations de SS Cygni et plusieurs centaines d'observations d'irrégulières.

Les résultats des observations (dates des maxima et minima, éclats, caractéristiques des courbes de lumière, comparaison avec les éphémérides) sont publiés annuellement dans le *Journal B. A. A.*; les observations elles-mêmes, avec tous leurs détails, dans des mémoires quinquennaux. Celui de la période 1910-1914, le huitième, comprend 16217 observations. Les courbes de lumière de 21 longues périodes pour la période 1900-1909 ont été publiées dans un appendice spécial.

On peut dire que les 47 longues périodes actuellement observées par l'association anglaise (ce nombre sera porté à 51 en 1923) le sont d'une façon vraiment complète et homogène et peuvent servir de base aux recherches les plus délicates, comme l'a montré Turner dans la discussion des observations de Baxendell. Le programme de la V. S. S. comprendra bientôt toutes les étoiles observées à Rousdon depuis 1885, observations interrompues par la mort de Grover.

Il est à noter que tout ce travail, dans sa forme systématique, est exclusivement l'œuvre d'amateurs qui forment un noyau fidèle et enthousiaste.

L'Association américaine d'observateurs d'étoiles variables, fondée en 1911, à l'initiative d'E.-C. Pickering, et l'Association française créée dans le même but, en 1920, par MM. Mascart et Grouiller, à Lyon, apparaissent plutôt, du moins jusqu'ici, et en particulier la première, comme des organisations destinées à pourvoir d'observations l'Observatoire d'Harvard College. En 1920-21, 55 observateurs de l'association américaine ont effectué 15 513 observations, mais 37 seulement ont travaillé d'une façon vraiment régulière et le nombre total d'étoiles observées (386) ne fournit qu'un chiffre moyen de 40 observations par étoile. Les totaux mensuels sont extrêmement variables; pour la période considérée, ils oscillent entre 801 et 2 011, et cela malgré la distribution géographique très étendue des observateurs; le nombre d'étoiles observées passe quelquefois brusquement, d'un mois à l'autre, de 200 à 300 et les séries présentent souvent de grandes lacunes.

Les observations sont publiées mensuellement dans *Popular Astronomy*, mais sous une forme très abrégée, sans indication des comparaisons ni des conditions d'observation, on ne publie de

courbes de lumière qu'à titre exceptionnel, et ce n'est que depuis 1921 que M. Léon Campbell a commencé, dans une circulaire de l'Observatoire d'Harvard College, à présenter les résultats des observations recueillies.

Il convient de noter cependant que le caractère autonome de cette association, le grand nombre de membres non observateurs, des fonds abondants, des réunions semestrielles, lui assurent de grands moyens et une vitalité considérable.

Les mêmes remarques s'appliquent dans une certaine mesure à l'Association française d'observateurs d'étoiles variables qui, en 1920, a obtenu 38 observations par étoile pour 54 longues périodes et s'est contentée de les publier mensuellement, sous une forme plus détaillée cependant, dans l'excellent *Bulletin de l'Observatoire de Lyon*, et de les transmettre en même temps aux Etats-Unis. M. Grouiller a cependant commencé de publier quelques discussions d'observations. Il est à noter également que l'organisation française patronne l'observation d'un certain nombre d'étoiles variables à courte période, mais — logiquement selon nous — sans tenter de réunir, pour la formation de la courbe de lumière, les observations de différents observateurs. Cette association d'amateurs est dirigée par des astronomes forts compétents et fait preuve également d'une vitalité du meilleur aloi.

### Les mesures à prendre.

Il n'en reste pas moins que les méthodes de l'organisation britannique d'une part, des associations américaine et française, de l'autre, sont si différentes qu'il paraît difficile d'envisager, au moins pour l'instant, une *division* complète du travail à effectuer entre les diverses organisations, ce qui pourrait paraître, *a priori*, le meilleur moyen pour observer au mieux le plus grand nombre d'objets possible.

Peu après le Congrès de Rome, le directeur de la V. S. S. britannique avait proposé une répartition des variables à longue période entre les diverses organisations, en maintenant autant que possible à la V. S. S. l'observation des étoiles de son programme, dont elle s'occupe depuis vingt ans. Mais ce projet devra sans doute être abandonné, d'une part, parce que ces étoiles comprennent naturellement les plus brillantes et les plus faciles à observer pour les débutants; d'autre part, parce que l'Observatoire d'Harvard College insiste pour recevoir les observations mois par mois, de façon à les utiliser à la

compilation de ses utiles éphémérides mensuelles et annuelles, et que l'organisation actuelle de la V. S. S. ne permet pas la collection mensuelle des résultats obtenus.

Il faudra donc sans doute se contenter pour l'instant d'une collaboration sur les bases suivantes :

1° Toutes les organisations existantes s'attacheraient à observer le plus grand nombre possible d'étoiles qui doivent être suivies de façon pratiquement continue, telles que celles des types U Geminorum, R Coronæ, R Scuti, ainsi que les Novæ;

2° Tous les observateurs indistinctement observeraient dans la mesure du possible un certain nombre des mêmes longues périodes, afin de fournir aux théoriciens un terme commun de comparaison. On propose à cet effet Mira Ceti,  $\chi$  Cygni et S Ursæ Majoris;

3° L'échelle photométrique et, dans la mesure du possible, les étoiles de comparaison d'Harvard seraient universellement adoptées.

Il y aurait déjà là un début de collaboration internationale des plus intéressant. Rien ne dit du reste qu'à l'avenir l'effort des organisations existantes et à créer ne pourra pas être au moins partiellement réparti, grâce à l'appoint d'observateurs nouveaux, sur une revue générale des étoiles variables mal connues, en conservant l'observation des objets-types les plus intéressants, ainsi que ceux observés le plus longtemps.

L'étude des étoiles variables est devenue une des branches les plus importantes de l'astrophysique. Russell a pu dire qu'elle fournira probablement la clef du problème de l'évolution stellaire, c'est-à-dire, en définitive, de la cosmogonie, du passé et de l'avenir des mondes.

Mais cette étude, par le nombre considérable, et qui ne fera que s'accroître, des objets à observer de façon aussi continue que possible, nécessite un effort énorme. Aussi la coopération internationale dans ce domaine, dont notre collègue Van Biesbroeck (dans l'*Annuaire* de l'Observatoire Royal de Belgique pour 1912) fut un des premiers à indiquer la nécessité, s'impose-t-elle avec plus de force peut-être que partout ailleurs.

Le Congrès de Rome n'a pas complètement assuré cet effort collectif, et il n'eût d'ailleurs pu le faire, car la question est vaste et complexe. Il aura eu cependant le mérite de poser des jalons utiles, qui indiquent la voie à suivre et font déjà entrevoir le but.

FÉLIX DE ROY.

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

LA PHOTOGRAPHIE ET LA SPECTROPHOTOGRAPHIE (OU SPECTROGRAPHIE) ASTRONOMIQUES. — On sait que la photographie est devenue un auxiliaire puissant de l'astronomie. Qui eut le premier l'idée de son application à l'étude des astres? Je ne chercherai pas à répondre à cette question d'une manière précise. On en revendique la paternité des deux côtés de l'Atlantique. Le point de départ est, semble-t-il, la découverte de la zone *ultra-violette* du spectre solaire, attribuée à Ritter au début du XIX<sup>e</sup> siècle, comme il a été dit précédemment. Les Américains réclament pour le médecin et chimiste Anglais J. W. Draper (1811-1882), émigré de bonne heure aux Etats-Unis, l'honneur de cette découverte en 1837, *au moyen de la photographie* (1). Depuis, les résultats acquis en divers pays, après des recherches de premier ordre, ont permis d'étendre, dans des proportions insoupçonnées à l'origine, l'utilisation de la photographie à l'astronomie et à la spectrographie astronomique.

L'action de celle-ci a certes été augmentée par l'emploi des télescopes et de lunettes d'une puissance inconnue jadis, ce qui a eu pour conséquence d'obtenir des faisceaux lumineux plus brillants des spectres des corps célestes soumis à l'analyse, *mais c'est surtout la substitution de la photographie à la vision directe, comme méthode d'observation, qui a fait réaliser les progrès les plus considérables en astrospectroscopie et en astrophysique.*

Il a fallu bien des années pour vaincre les difficultés qui s'opposaient à l'application, telle qu'elle est entendue de nos jours, de la photographie à l'étude des astres.

Ces difficultés étaient de trois ordres :

1<sup>o</sup> Les objectifs des lunettes astronomiques avaient toujours été construits, précédemment, pour concentrer en un même point, nommé foyer, les rayons les plus brillants de l'astre considéré, afin que son image vînt plus efficacement affecter l'œil de l'observateur.

Mais la photographie a d'autres exigences. Comme nous l'avons exposé, la lumière ne se compose pas seulement de radiations lumineuses. Or, les objectifs construits uniquement pour la vision,

---

(1) GOODE, *The Beginning of American Science.*

négligent les radiations chimiques les plus énergiques, et ce sont précisément celles-ci qui sont les plus efficaces en photographie. On est parvenu, dans les lunettes affectées spécialement à l'astrospectrographie, à faire converger les radiations chimiques de manière à exercer davantage et mieux leur action réductrice sur la couche sensible qui enregistre l'image de l'astre, ou de son spectre. Ce résultat a surtout été obtenu par un choix convenable des courbures des objectifs.

2° Le second obstacle à l'emploi de la photographie provenait du déplacement de la lunette, d'une part, et du mouvement apparent de l'astre observé, d'autre part. Nous savons que la Terre est animée d'un double mouvement (rotation sur elle-même et révolution autour du Soleil), de sorte que les objets qu'elle supporte ne sont jamais dans une position fixe absolue. La position des instruments d'observation varie donc constamment. Quoique les lunettes fussent munies d'un mécanisme qui obvie partiellement à l'obstacle, on ne parvenait pas à obtenir la concordance nécessaire entre la position de la lunette et celle de l'astre à photographier, pour que les radiations de ce dernier vinssent se projeter convenablement sur la couche sensible de la plaque photographique. Nous savons que, il y a un certain nombre d'années, l'une des principales conditions requises pour *réussir* une photographie, était l'immobilité du sujet ou de l'objet à photographier. Assurément, alors aussi, l'appareil photographique et le sujet se déplaçaient en même temps que la Terre, mais ils conservaient une position fixe relative, l'un vis-à-vis de l'autre, condition qui suffit, mais qui n'était pas réalisée dans l'astro-photographie.

3° Cet obstacle était encore rendu plus grand par la troisième difficulté à vaincre : par suite du peu de sensibilité des plaques employées jadis, la durée de la pose était longue et cette durée était d'autant plus grande que la lumière émise (ou réfléchie) par l'astre était faible : tel est le cas pour la lumière que nous recevons des étoiles et des nébuleuses. Le déplacement de l'image empêchait celle-ci d'impressionner la couche sensible (plaque) pendant le temps voulu pour réussir de bons clichés.

La seconde difficulté a été résolue, dans les cas les plus fréquents, par l'adaptation d'une lunette auxiliaire sur la monture de la lunette photographique. Un mécanisme de rappel permet de maintenir l'image précise de l'astre visé, durant toute la durée de la pose. D'autres

dispositifs, pour atteindre ce but le plus exactement possible, ont encore été réalisés.

Enfin, la chimie a fourni le moyen de lever la troisième difficulté, en rendant beaucoup plus sensibles les couches, ou plaques impressionnées par les rayons, ou radiations, de ce qui est à photographier. Cette augmentation de la sensibilité a été obtenue par la substitution de la gélatine, ou du gélatinobromure, au collodion comme substratum des sels d'argent.

Le progrès réalisé par l'emploi des plaques sèches au gélatinobromure est considérable. La durée de la pose a pu être réduite à une infime fraction de seconde, ce qui a permis l'enregistrement des mouvements les plus rapides des corps et des phénomènes célestes.

D'autre part, en prolongeant les poses, on a pu enregistrer l'existence et les mouvements d'astres invisibles dans les lunettes les plus puissantes.

On ne doit pas se figurer, cependant, qu'on puisse recourir à la photographie dans toutes les circonstances. Les ondulations d'origine atmosphérique exercent une influence défavorable et empêchent d'obtenir de bons clichés lorsqu'il s'agit de corps célestes peu lumineux et dont la direction et la vitesse varient constamment. Cela est surtout vrai pour la plupart des observatoires situés en Europe. Si les nouveaux observatoires des Etats-Unis d'Amérique ont obtenu de si brillants résultats, disons depuis une trentaine d'années, ce n'est pas seulement en raison de la puissance de leurs instruments et de leur outillage, de leur organisation, des moyens dont ils disposent, ils sont dus aussi aux conditions atmosphériques favorables aux observations, — calme et transparence de l'air —, qui existent dans les régions où ils ont été établis.

Néanmoins, l'emploi de la photographie conserve une grande supériorité sur l'observation directe; un seul bon cliché fournit une abondance de renseignements et de détails précis qu'un astronome habile ne peut recueillir en plusieurs années. On peut aussi étudier à l'aise, sur la plaque sensible, les images prises, procéder par comparaison, recommencer la pose; ce sont là encore des avantages considérables.

**PHOTOMÉTRIE ET SPECTROPHOTOMÉTRIE.**— Par la spectroscopie on analyse *qualitativement* les caractères de toute couleur simple, et l'on détermine la nature de celles qui forment un rayon lumineux composé. Elle établit également la proportion dans laquelle chaque rayon simple intervient dans cette formation.

Mais la spectroscopie ne détermine pas l'*intensité* des rayons lumineux; cette analyse *quantitative* constitue le domaine de la *photométrie*.

La *spectro-photométrie* permet l'étude de l'intensité relative de chaque couleur *simple* qui entre dans la composition d'un rayon lumineux quelconque *complexe* (par exemple d'un rayon solaire).

Au moyen d'instruments, nommés *spectrophotomètres*, combinaison d'un spectroscopie et d'un photomètre, on parvient à comparer l'intensité des radiations simples du spectre d'une source lumineuse, à celle des radiations correspondantes d'une autre source, servant d'étalon ou de repère.

LE PRISME-OBJECTIF. — Cet instrument est formé par la réunion d'un ou de plusieurs prismes et d'un objectif astronomique, d'où son nom. Par son emploi, la plaque photographique reproduit l'image des spectres des étoiles ou des nébuleuses, au lieu de celle de ces astres mêmes.

Ces divers types d'instrument, sans oublier l'*interféromètre*, — au moyen duquel le professeur Michelson compte pouvoir déterminer les dimensions des étoiles, — sont utilisés pour l'étude des spectres d'étoiles, ou de nébuleuses. C'est la classification spectrale, c'est-à-dire d'après les données fournies par l'examen de leurs spectres, qui est généralement adoptée maintenant pour les étoiles. (HENRY DRAPER-CATALOGUE, de l'*Observatoire d'Harvard*, en cours de publication<sup>(1)</sup>). Il comprendra les données relatives à environ 220,000 étoiles: coordonnées et groupe spectral de chaque étoile, ses grandeurs photométrique et photographique, — éclat, grandeur ou magnitude, — intensité relative du spectre.)

D'autres instruments sont encore employés en astrospectroscopie, tel le *spectrohéliographe*, utilisé plus spécialement pour la photographie et l'étude des phénomènes solaires.

Mais nous devons forcément nous borner à mentionner ceux qui se rapportent le plus directement à notre sujet. De même, nous ne pouvons énoncer ici tous les progrès réalisés dans la science du Ciel, grâce à l'astrospectroscopie et à la spectrophotographie. Nous y reviendrons d'ailleurs dans la suite.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

(1) Observatoire de Harvard College, établi à Cambridge, près de Boston, Mass., États-Unis, fondé en 1840.



## SUR QUELQUES TYPES D'ACCÉLÉROMÈTRES SISMQUES.

Le 12 janvier 1922, le professeur E. Oddone donnait à la Bibliothèque de l'Institut central de Météorologie et de Géodynamique (R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodynamica), devant une assemblée de géophysiciens, une conférence (1) en l'honneur du regretté professeur Galitzin. Il avait pris comme sujet l'intéressant mémoire (2) du savant russe dans lequel l'éminent sismologue expose une méthode de mesure des intensités des tremblements de terre basée sur la détermination des accélérations maxima des ondes sismiques sinusoïdales; Galitzin proposait ainsi une nouvelle échelle dynamique d'intensité destinée à remplacer celles de De Rossi, de Mercalli, etc... Sa méthode consiste à dresser sur un plan horizontal dix parallélipèdes rectangles de même base, tous orientés de la même manière, mais ayant des hauteurs différentes. En observant ceux restés debout lors d'une secousse, il est aisé d'en déduire, par une formule simple, deux limites de l'accélération effective du sol; avec deux séries de ces parallélipèdes disposées à angle droit, on peut, en outre, déterminer la direction de propagation des ondes sismiques.

Galitzin a choisi pour limite inférieure de son échelle une accélération de 20000 milligal (3), soit de  $20 \text{ cm/s}^2$ , ce qui correspond au degré VIII de l'échelle Forel-Cancani (4); les degrés suivants correspondent aux produits de cette accélération par les nombres entiers de un à dix, de manière à ce que le 10<sup>e</sup> degré, le dernier qui est aussi le X<sup>e</sup> de l'échelle Forel-Cancani, soit caractérisé par l'accélération 200000 milligal.

---

(1) Impianto nel R. Ufficio centrale di Met. a Roma dei parallelipedi del Galitzin da servire come scala dinamica nella determinazione della intensità dei macrosismi. — *Bollett. bimens. della Soc. Metcor. ital.*, 1922, n° 4-6.

(2) Über eine dynam. Skala zur Schätzung von makroseismischen Bewegungen. — *Assoc. intern. de sismologie*, Manchester, 1911, p. 178.

(3) L'unité d'accélération est une accélération d'un centimètre par seconde par seconde; on l'a dénommée Gal, abréviation du nom de Galilée qui a le premier démontré que le mouvement de la chute des corps est un mouvement uniformément accéléré. E. L.

(4) A. CANCELI, *Sur l'emploi d'une double échelle sismique des intensités, empirique et absolue*. — Confér. sismologie internationale, Strasbourg, 1903. — *Beiträge zur Geoph. von Gerland*, II, 1904.

Cela étant, voici comment Galitzin a déterminé les hauteurs des dix parallélépipèdes d'une série : soient  $c$  la demi-épaisseur de ces prismes à base rectangulaire,  $h$  la hauteur du centre de gravité au-dessus du plan de la base ; il a trouvé par expérience que le rapport  $\frac{c}{h}$  est proportionnel à l'accélération maxima  $w_m$  (qui détermine le renversement) et que l'on a :

$$c = h \, 0,0012 \, w_m \quad (1)$$

Le facteur numérique de proportionnalité s'est montré invariable dans de larges limites expérimentales entre  $w_m = 34$  et  $w_m = 212$  cm/s<sup>2</sup> ; mais de toute façon on peut, en première approximation, le supposer constant, tout en admettant qu'il dépende cependant de ce rapport lui-même. Si l'on appelle  $H$  la hauteur des prismes, on a alors :

$$H = 2 (h - 0,2) \text{ cm.} \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) donnent donc :

$$H = \frac{1667}{w_m} - 0,4 \quad (3)$$

C'est cette formule qu'emploie Galitzine pour calculer les hauteurs des parallélépipèdes correspondant aux accélérations successives 20, 40, etc... 200 gal. qui provoquent leur renversement.

En voici le tableau :

| N <sup>os</sup> | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10       |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----------|
| Accél.          | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 140  | 160  | 180 | 200 gal. |
| Haut.           | 82,9 | 41,3 | 27,4 | 20,4 | 16,3 | 13,5 | 11,5 | 10,0 | 8,9 | 7,9 cm.  |

Galitzin donne aux neuf premiers une largeur de 11 cm. ; le renversement dans cette direction et pour l'accélération maxima de 200 nécessiterait une hauteur de 45,4 cm., plus grande que 41,3 ; quant au dernier, il lui donne une largeur de 22 cm.

En terminant sa conférence, M. Oddone fit voir aux auditeurs les 20 parallélépipèdes qu'il avait fait construire suivant les indications exactes données par le savant russe et annonça qu'ils seraient placés en expérience dans une grande niche disposée à la base de l'escalier de l'Institut central météorologique ; finalement il exprima le vœu qu'une semblable échelle, sismique et dynamique, fut créée dans chacune de nos principales régions sismiques italiennes.

A la suite de la conférence de M. Oddone et sur l'invitation du

président de l'assemblée, qui avait demandé si quelqu'un des auditeurs n'avait pas d'observation à présenter au sujet de la thèse que l'on venait d'entendre, je demandai la parole et exprimai des doutes sérieux sur la valeur des résultats que l'on pouvait espérer de l'observation de la chute des susdits appareils; dans les tremblements de terre réels, en effet, le mouvement du sol n'est pas nécessairement celui que réclame ici la théorie; il est très possible et même très probable que la surface du sol soit, par exemple, affectée par un mouvement ondulatoire dans le genre de celui des vagues, ce qui implique un balancement de la base des prismes et du plan de soutien.

J'ajoutai aussi que construits avec les dimensions indiquées par le savant russe, ces appareils formaient un ensemble fort encombrant, à cause de leur hauteur, qui peut atteindre 83 centimètres; ceci exige en effet qu'ils soient placés à des distances assez grandes et convenables les uns des autres, pour que la chute de l'un d'eux n'entraîne pas intempestivement celle du suivant (comme on le voit au plan supérieur de la niche dans la figure 13, on a placé en A une tige de fer normale à la muraille pour empêcher la chute vers la gauche du prisme n° 1); il est donc plus avantageux d'employer à la place des prismes des colonnettes cylindriques; le nombre total d'appareils est

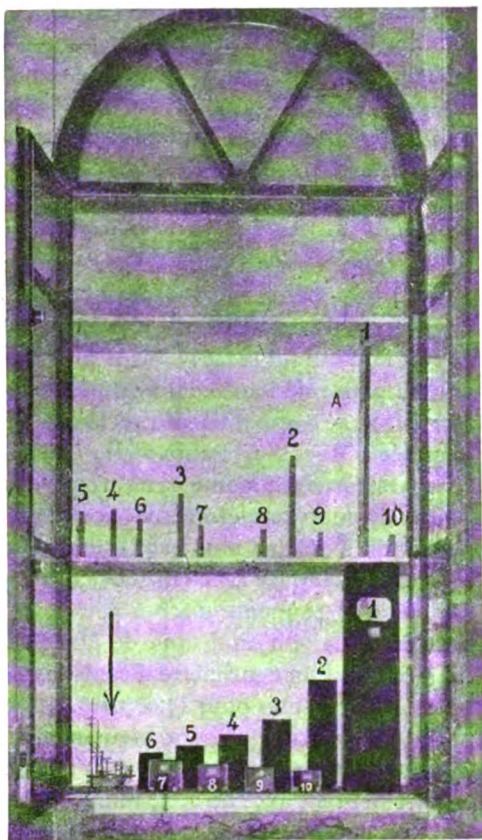


FIG. 13.

ainsi réduit de moitié et, puisque la chute pourrait s'opérer dans une direction quelconque repérable et nécessiterait ainsi un espace bien moindre, même en observant les précautions nécessaires pour que la chute de l'une n'amène pas celle de la voisine; enfin, je suggérerai que l'on pouvait réduire les diamètres des colonnettes elles-mêmes en les rendant métalliques et en les façonnant avec précision au tour; cela amènerait comme conséquence une réduction notable des hauteurs de ces appareils.

Voici la liste de ces hauteurs correspondantes aux accélérations de chute précitées :

| Nos       | 0    | 1    | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |           |
|-----------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| Accélér.  | 13,9 | 20   | 40   | 60  | 80  | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | milligal. |
| Hauteurs. | 30   | 20,8 | 10,4 | 6,9 | 5,2 | 4,2 | 3,5 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | centim.   |

Un mois plus tard j'avais fait construire deux séries de cette nouvelle forme d'*accéléromètre sismique*; l'une, destinée à notre Institut de Rome et qui fut placée dans la même niche que les prismes de Galitzin, au plan inférieur, comme on le voit fig. 13 et dans le but de pouvoir faire une comparaison directe entre les deux systèmes; l'autre fut installée à Rocca di Pappa; elle était destinée à servir d'appareil de comparaison avec Rome dans le cas de quelque macrosisme éventuel.

En fait, mon accéléromètre se compose non de 10, mais de 12 colonnettes (on a déjà vu plus haut que nous donnons douze hauteurs correspondant à douze accélérations); il y a à cela des raisons de symétrie, d'esthétique et même d'économie pour l'ensemble de l'appareil; la base en est faite d'un disque de glace bien plan de 19 centimètres de diamètre et d'un centimètre d'épaisseur; ce disque est monté sur trois pieds à vis calantes pour l'horizontalité (fig. 14).

Les colonnettes (1) sont creuses, cylindriques, en cuivre et d'un diamètre extérieur de 0,5 cm.; leur base est travaillée bien perpendiculairement à l'axe; de cette manière, les arêtes vives de support et de rotation obtenues dans le modèle du savant russe par les couteaux d'acier de 2 mm. de hauteur fixés à la base des prismes sur les faces latérales, sont simplement formées ici par l'arête circulaire nette de la

---

(1) Les instruments ont été construits par M. L. Fascianelli, le mécanicien réputé de notre Institut; il est élégamment présenté et d'un prix modique (300 l.) si l'on songe à la précision nécessaire du travail. Les 20 prismes de Galitzin, en bois spécial, ont coûté un peu moins (265 l.), mais leur installation nécessitait cette grande niche pour les recevoir, avec deux grandes tables de marbre fixées l'une au-dessus de l'autre à la distance minima de 83 cm., etc., etc....

base. Dans ces conditions, la formule reliant la hauteur à l'accélération est simplement

$$H = \frac{0.5}{0,0012 \mu_m} \text{ cm.} \quad (4)$$

c'est elle qui nous a donné la série de ces hauteurs reproduites plus haut.

Les deux colonettes supplémentaires de mon accéléromètre nos 1 et 11 ont respectivement des hauteurs de 30 et de 1,9 centimètres et correspondent aux accélérations maxima de 13,9 et 220 milligal.

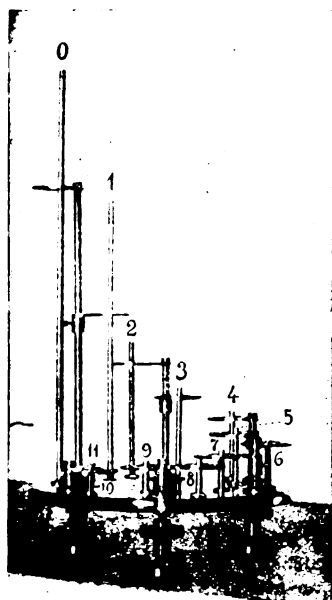


FIG. 14.

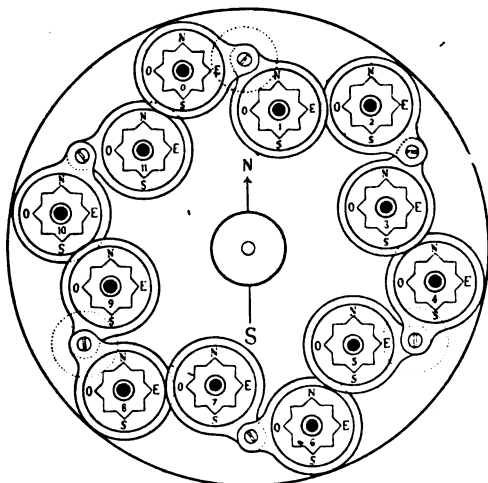


FIG. 15.

Pour chaque couple de deux colonettes contiguës, on a disposé un double anneau porté par un unique support intermédiaire; il est destiné à empêcher la chute des colonettes sur leurs voisines. C'est ce que montrent clairement les fig. 14 et 15.

Six supports de hauteurs différentes sont donc fixés sur le disque de verre à égales distances les uns des autres; trois d'entre eux sont sur les verticales des trois vis calantes et les trois autres dans les intervalles. Enfin, à l'intérieur de chaque anneau tourne à frottement un

second anneau qui porte, marquées par des arêtes, les huit points cardinaux; en les orientant convenablement, on peut ainsi déterminer avec exactitude l'azimut de la chute des colonnettes elles-mêmes. Enfin, lorsque la base du disque a été disposée bien horizontalement à l'aide d'un niveau à bulle d'air, on rend les trois pieds immobiles en les noyant dans un mélange semi-liquide à chaud et durcissant par refroidissement de colophane et de cire vierge. Une cage en verre protège l'appareil tout entier.

L'appareil construit, j'ai voulu le soumettre à quelques expériences sommaires. Il fut pour cela placé sur une table à quatre pieds légers chargée de poids; j'ai communiqué alors à celle-ci soit des chocs brusques, soit une série d'oscillations plus ou moins rapides et ai reconnu ainsi bien vite que les doutes que j'avais exprimés à l'occasion de la conférence du professeur Oddone étaient bien fondés; je n'ai pas vu, en effet, les colonnettes les moins hautes tomber d'abord et ai constaté, en outre, une grande discordance dans les directions des chutes. J'ai voulu ainsi comparer les deux séries identiques de mon nouvel accéléromètre placées sur la même table et soumises aux mêmes mouvements et ai constaté également de fortes discordances entre leurs indications.

Tout cela ne m'a d'ailleurs pas surpris; car je me suis rappelé les résultats assez peu satisfaisants obtenus autrefois au Japon et que rapporte Milne dans sa « *Seismology* » (1898) et aussi dans ses « *Earthquakes* » (1913). Il les attribue lui-même au fait qu'une colonne, avant de tomber, tend à osciller avec une période qui varie elle-même avec l'amplitude de cette oscillation; de plus, elle a une tendance à tourner; pendant ce temps, le mouvement du sol varie aussi en amplitude, en période et en direction; Milne ajoute que quand la période d'oscillation (du sol) est très brève, un corps tend à tomber dans le sens de l'origine du mouvement, et inversement si la période est longue. Dans ce dernier cas, le corps participe au mouvement du sol et en acquiert la vitesse.

Dans les expériences faites au Japon, on a étudié des colonnes de différentes formes (carrées, cylindriques, coniques, etc...) de bases égales mais de hauteurs différentes et aussi de mêmes hauteurs mais de bases variées; Mallet, déjà en 1858, avait expérimenté de la même manière en se servant de colonnes cylindriques de même hauteur et de diamètres décroissants; il évaluait la « force » des secousses par le diamètre de celles qui étaient renversées et la direction par les marques laissées sur le sable recouvrant le plan qui les portait.

Il serait du plus haut intérêt de voir reprendre l'étude théorique et expérimentale du problème de la mesure des accélérations sismiques pendant les macrosismes. — Le but important à atteindre serait de pouvoir les déterminer avec facilité à l'aide d'appareils simples et peu coûteux, qu'il serait désirable de pouvoir confier aux stations sismiques de troisième ordre.

G. AGAMENNONE,  
*Observatoire royal géodynamique  
de Rocca di Papa.*

---

## RÉGION COMMUNE A L'ASTRONOMIE ET A LA GÉODÉSIE.

Sous ce titre, Prof. A. S. Eddington a fait dernièrement dans *Nature* une revue rapide et intéressante dont nous résumons ci-après les points principaux.

La région où l'astronomie et la géologie empiètent mutuellement est principalement constituée par les théories sur l'origine de la Terre. Nous sommes, de fait, en présence de deux théories, l'une due à un astronome, Laplace, l'autre émise par Chamberlin, un géologue.

Tandis que jusque vers notre époque l'évolution d'une étoile était considérée comme un fait indépendant et détaché de l'évolution de l'univers sidéral, la tendance actuelle de l'astronomie stellaire, au contraire, considère le système des étoiles globalement, et admet que la formation des étoiles s'est faite en vertu du même procédé d'évolution s'exerçant sur la matière primordiale.

Cette vue nous a été imposée en partie par l'existence d'une corrélation évidente entre les étoiles, indiquant une origine commune pour des groupes d'étoiles très étendus. Par exemple, les Hyades ont des mouvements propres presque égaux et parallèles, et cette coïncidence ne peut provenir que d'une origine commune, nébuleuse, ou toute autre étendue de matière diffuse. De plus, à la théorie de la formation d'étoiles par collision, on peut objecter le fait que les collisions et les rapprochements sont extrêmement rares, et quoique nous ne sachions pas le nombre d'astres obscurs qui errent dans l'espace et se rencontrent, il est probable que leur nombre n'est pas dix fois celui des astres lumineux, car s'il était plus grand, la moyenne des mouvements propres des étoiles serait beaucoup plus grande que celle que l'on observe, par suite de l'attraction gravitationnelle de la masse. On estime qu'une étoile ne souffrirait de collision

qu'une fois en  $10^{14}$  années (100 000 000 000 000). On sait que la masse des étoiles est sensiblement uniforme. Il y a des exceptions, mais 90 p. c. des étoiles ont une masse comprise entre  $1/2$  et 5 fois la masse du Soleil. Ceci ne peut pas être expliqué si les étoiles ont été originairement de simples agrégats de météores solides. Au contraire, si elles étaient originairement gazeuses, la pression de la radiation, qui est négligeable dans les masses faibles, devient presque soudainement le facteur prédominant entre  $1/5$  et 5 fois la masse du Soleil, tandis que pour des masses plus considérables elle est une cause d'instabilité. Il s'ensuit que, à une certaine phase de son histoire, toute étoile a été complètement volatilisée, de sorte que les matériaux constituant une planète ont fait partie, à un moment donné, d'un soleil entièrement gazeux.

La radioactivité de certains minéraux vient à l'appui de cette hypothèse. Elle correspond au déroulement d'un ressort qui a été préalablement enroulé. L'enroulement du ressort a pu se faire sous des conditions physiques immensément différentes de celles sous lesquelles nous observons le déroulement, et la seule hypothèse possible est que l'enroulement constitue une partie du brassage général de matériaux qui prend place sous la chaleur intense existant à l'intérieur des étoiles. En somme, l'hypothèse nébuleuse semble plus plausible. La nature de l'évolution que présentent les nébuleuses spirales est encore controversée, mais le point controversé est le produit final de cette évolution : est-ce un amas de quelques centaines d'étoiles, ou un univers stellaire de quelque mille millions d'étoiles, tel que notre système galactique. Il n'y a à présent aucun indice que le résultat puisse être un système aussi insignifiant que notre système solaire.

Ces considérations sont basées sur le fait que la formation d'un système planétaire est un développement normal dans l'évolution d'une étoile, Or, le Prof. Jeans a émis l'opinion que le système solaire est une anomalie, un résultat accidentel qui ne se présenterait que pour un petit nombre d'étoiles seulement. Si cette conclusion est juste, il se peut que, certaines des objections de la théorie de la genèse par collision étant éliminées, des collisions se fassent occasionnellement, et donnent lieu à des systèmes planétaires.

Il est à présent bien établi que la contraction des étoiles est insuffisante comme source de leur énergie calorifique, et les géologues peuvent réclamer 10 000 millions d'années, sans que les astronomes fassent entendre un murmure de désapprobation.



Il semble possible de mesurer le progrès de l'évolution des étoiles variables céphéides, dont on croit la variation d'éclat due à une pulsation; comme dans une masse gravitationnelle pulsante, la période étant fonction de la densité, il est possible de déterminer le changement de densité en observant la période. Dans  $\delta$  Céphée, l'étoile de ce type la mieux connue, la densité augmente 500 fois plus lentement que ne le voudrait l'hypothèse de la contraction. Les observations des Céphéides montrent donc que les étoiles doivent posséder une autre source d'énergie que la contraction.

Il semble définitivement acquis que le Soleil était autrefois beaucoup plus chaud, et que la chaleur solaire a été de 20 à 50 fois plus intense antérieurement à la création de la Terre. Il est probable que, pendant les premières époques géologiques, le Soleil était plusieurs fois plus chaud qu'à présent.

Il semble qu'aucun des faits dernièrement acquis ne mette en doute la théorie de sir George Darwin, selon laquelle la Lune faisait autrefois partie de la Terre, et s'en est séparée par suite de la déformation continuellement croissante due au synchronisme des marées solaires avec la période d'oscillation libre de la Terre, à l'époque où elle tournait en trois ou quatre heures, le frein formé par les marées ayant étendu cette période à vingt-quatre heures et causé l'éloignement graduel de la Lune à sa distance présente. Ces recherches modernes ont établi que c'est dans les mers fermées et peu profondes que la friction nécessaire à ce résultat s'est produite. G.-I. Taylor a montré que la mer d'Irlande, à elle seule, est responsable pour 1/50 de la friction totale requise; les autres bassins fermés terrestres sont probablement capables de fournir le total nécessaire.

La détermination du ralentissement de la rotation de la Terre, déduite des observations d'anciennes éclipses, est sans doute satisfaisante (un millième de seconde par siècle, ou une minute en 6 millions d'années). Cela nous ramènerait à 10000 millions d'années en arrière pour l'époque de la naissance de la Lune. Comme ce ralentissement dépend de la formation accidentelle de bassins marins peu profonds, on ne peut faire aucune prédiction précise, mais vu que l'effet des marées était beaucoup plus grand lorsque la Lune était plus près de la Terre, il est difficile de reculer la naissance de la Lune plus loin que 1000 millions d'années.

Il se peut que la Terre ait eu une croûte solide à ce moment, et il est possible que l'océan Pacifique soit le creux laissé à la place d'où

la Lune s'est arrachée de la Terre. L'eau qui s'y trouve à présent recouvrirait alors la surface entière du globe terrestre, ou tout au moins sa plus grande partie. Il n'y aurait eu alors aucune mer fermée, et conséquemment pas de friction due aux marées solaires (la Lune n'était pas encore née) et on peut donc admettre une longue existence antérieure pendant laquelle le jour était à peu près constant entre 3 et 4 heures, ce qui favorise l'hypothèse en question.

La force retardatrice est appliquée à la surface terrestre ; elle est donc transmise à l'intérieur du globe et ralentit sa rotation. A moins que la matière dont le globe est constitué soit entièrement non plastique, les couches extérieures auront une tendance à glisser sur les couches internes. La croûte terrestre entière glisserait donc, de l'est à l'ouest, sur le reste du noyau, d'une façon sans doute irrégulière. Comme c'est la rotation de la surface terrestre qui détermine notre unité de temps, ceci explique certaines observations anormales du Soleil et des planètes, et particulièrement de la Lune, qui indiquent des irrégularités dans la rotation terrestre. Le déplacement des pôles magnétiques est peut-être dû à cette cause, le magnétisme intérieur étant constant, mais sa position relativement à la croûte terrestre changeant de place par suite du glissement de la dernière sur l'aimant intérieur, mais cette hypothèse n'a pas été étudiée et n'est présentée que comme une supposition plausible. Les géologues voudraient la croûte mobile du nord au sud pour expliquer les périodes glaciaires des régions équatoriales. Il se peut que des résistances occasionnelles au glissement sud-ouest causent des déviations, vers le nord-ouest par exemple, qui, à la longue, pourraient causer les déplacements nécessaires ; cette solution est, bien entendu, entièrement spéculative.

M. GHEURY DE BRAY.

---

Résumé de la conférence du 12 décembre, faite à Bruxelles  
par M. Armand Baar.

**Sujet : LA RÉFORME DU CALENDRIER**

Le calendrier est une institution aussi vieille, pourrait-on dire, que l'homme lui-même. Et le principe fondamental des calendriers, même très anciens, se rapproche sensiblement du principe actuel.

A ce point de vue, il faut rendre hommage aux Chaldéens et aux Assyriens, qui furent assurément de savants astronomes et dont

nombre de trouvailles subsistent encore dans nos institutions. Leur année comportait douze lunaisons de trente jours environ, et, pour combler l'erreur ou le retard, ils ajoutaient, de temps à autre, une lunaison supplémentaire. Les avantages du nombre de 12 étaient déjà très appréciés à cette époque; la journée comptait deux cycles de douze heures, chaque heure cinq cycles de douze minutes, et la minute cinq fois douze secondes.

L'exactitude de l'année était cependant fort précaire; le premier progrès fut réalisé par les Egyptiens, qui connurent de très bonne heure l'année de 365 jours.

A l'époque de Jules César, cependant, une avance considérable de l'année civile sur l'année solaire se manifestait déjà. Jules César comprit que l'année de 365 jours était trop courte, et, avec l'aide de l'astronome égyptien Sosigène, il calcula que sa durée était de 365  $\frac{1}{4}$  jours.

Pour remédier à la situation, il décida que, tous les 4 ans, l'année comporterait 366 jours; le jour ajouté se plaçait après le *sextus ante calendas Martii* et fut, pour cette raison, appelé le *bis-sextus* dont nous avons fait « bissextile »; cette dénomination n'a plus lieu d'exister dans notre calendrier, puisque, notre façon de compter les jours étant totalement différente de celle des Romains, nous n'avons plus de *sextus*.

On était loin encore, malgré cette réforme, de l'exactitude absolue.

L'année julienne, nous le savons aujourd'hui, était trop longue; aussi, au XVI<sup>e</sup> siècle, l'année solaire ne concordait plus du tout avec l'année civile; le retard, cette fois, était de 10 jours.

Le pape Grégoire XIII, qui occupe une place prépondérante dans l'histoire de l'évolution du calendrier, dans le but de se rapprocher davantage de la longueur véritable de l'année, institua le calendrier grégorien.

La longueur de l'année est de 365 jours, 5 heures, 48 minutes, 45 secondes 98. La différence de un peu plus de 11 minutes par an avec le calendrier julien entraîne une différence de 1 jour en 128 ans.

La réforme grégorienne porta donc sur la suppression de 1 jour en 128 ans, ou, pour arrondir, de 3 jours en 400 ans. Il fut donc décidé que les années séculaires ne seraient pas bissextiles, excepté celles dont le nombre de centaines est divisible par 4.

Cette réforme rencontra de nombreux vetos : le fait qu'elle émanait

d'un pape suffisait seul à en éloigner les adhérents aux autres religions.

Ce ne fut qu'après de longues controverses, hésitations et luttes qu'elle fut acceptée par la plupart des peuples.

A notre époque, cependant, d'autres calendriers sont encore en usage : les pays de religion orthodoxe ont conservé le calendrier julien ; les mahométans font usage du calendrier de l'hégire ; enfin, il existe un calendrier de l'empire turc.

L'inconvénient de cette multiplicité saute aux yeux. Les transactions commerciales internationales entraînent des calculs compliqués et souvent des erreurs. Enfin, dans certains pays orthodoxes, les administrations ont adopté le calendrier grégorien, ce qui rend leurs rapports avec la population extraordinairement difficiles.

Oh ! notre calendrier est bien imparfait ! Certes, vous me direz que « l'habitude est une seconde nature » ; j'avoue, en effet, que l'on s'est si bien accoutumé à la chose que nous ne sentons même pas, la plupart du temps, ses défauts.

Réfléchissons, cependant, entre autres, aux seuls inconvénients que présente l'excessive mobilité de la fête de Pâques : Pâques varie du 22 mars au 25 avril ; que de bouleversements, selon l'année dans tout le cycle des fêtes mobiles, des congés !

Au point de vue scolaire, que d'irrégularité dans la longueur des trimestres : si Pâques tombe fin mars, le troisième trimestre a presque quatre mois ; s'il tombe fin avril, c'est le second trimestre qui est trop long. L'époque des vacances de Pâques a une importance énorme pour les enfants de la classe ouvrière, qui ont besoin du bon temps ; si Pâques est encore dans la mauvaise saison, ils sont calfeutrés et profitent ainsi beaucoup moins de leurs vacances.

Si paradoxal que cela paraisse à première vue, le commerce souffre aussi de cette irrégularité. En effet, il existe tout un commerce et toute une industrie que l'on pourrait appeler « printaniers ». En général, on considère Pâques comme le début de la saison. Si Pâques se place au mois de mars, souvent il fait encore trop froid pour songer aux toilettes de printemps, et c'est l'industrie textile qui s'en ressent, l'industrie hôtelière également : qui donc entreprendra un voyage de plaisance par le temps pluvieux ou froid du mois de mars ? Des chiffres sont là, qui parlent, et qui parlent éloquemment : au Congrès de Londres, il était question de plusieurs centaines de millions de francs de déficit provoqué par la date hâtive de Pâques.

Si Pâques tombe trop tard, perte pour l'industrie textile encore; la saison de transition, trop brève, n'occasionnera pas de toilettes de demi-saison.

Voilà certes autant d'inconvénients qui méritent que l'on cherche un remède; encore, s'il n'y avait que ceux-là!

Mais si l'on songe à l'irrégularité des divisions de l'année aux mois qui varient de 28 à 31 jours, au nombre inexact de semaines que les mois et l'année elle-même comportent; si l'on songe aux erreurs que cela peut causer, commercialement parlant, dans le calcul des jours, des échéances, des délais — au point que des tables spéciales de calcul s'imposent —; si l'on réfléchit aussi à l'imprécision des dates périodiques, au chevauchement des jours de la semaine sur les fins de mois, à l'inconvénient que présentent les fêtes fixes qui parfois se placent au milieu d'une semaine, si donc on envisage soigneusement tous ces points, combien vivement apparaît la nécessité absolue d'une réforme, d'une réforme très minutieuse, qui ne négligera aucun point de vue!

Heureusement, des esprits avisés s'occupent de la chose.

Et tant de projets ont déjà été élaborés, qu'au jour décisif il suffira de faire une judicieuse sélection, de pêcher un peu dans tous pour arriver à la réalisation d'un calendrier parfait.

Ces projets sont de nature assez diverse, mais, en général, on peut les classer en trois catégories : certains divisent l'année en 4 trimestres égaux; d'autres la répartissent en 13 mois de 28 jours; d'autres, enfin, proposent de supprimer un jour bissextile tous les 128 ans.

Examinons d'abord le premier groupe : 4 trimestres de 13 semaines exactement, soit 364 jours. Le 365<sup>e</sup> ne porte aucun nom de semaine ni de mois; il en est de même du 366<sup>e</sup> des années bissextiles, ces 2 jours sont absolument hors texte. Les mois ont 30 ou 31 jours et Pâques est réduit à quelques dates.

Le premier projet de l'espèce date de 1837, et c'est à l'Italien Mastrofini que revient l'honneur d'avoir conçu la réforme avec le plus de mesuré, car, sauf quelques modifications, c'est son projet qui a le plus de chances d'être accepté.

Armelin en 1887, Grosclaude en 1900, et Alexander Philip ont repris les données de l'abbé Mastrofini pour y apporter des améliorations, mais seulement dans le détail.

(A suivre.)

## Notes

**Albert-Abraham Michelson.** — Ce nom, illustre aujourd'hui entre tous dans le paisible domaine de la science pure, est un de ceux devant lesquels s'inclinent les astronomes aussi bien que les physiciens. Dans ces deux domaines, les appareils et les méthodes expérimentales nouvelles, instaurées par le professeur Michelson, ont fait faire à nos connaissances des pas de géant; dans le domaine physique, en servant de base à la théorie de la relativité, elles ont profondément modifié les concepts fondamentaux de notre représentation du Cosmos; dans l'ordre astronomique elles ont conduit à mesurer des éléments physiques, comme les diamètres des étoiles qui semblaient, peut-être à jamais, devoir nous rester cachés; la révélation de leurs grandeurs vraies est certes un des faits physiques les plus propres à nous éclairer dans la recherche future d'une cosmogonie intégrale, si notre esprit ose l'ambitionner. Dans un beau travail qu'a inséré notre Bulletin, notre collègue, M. Van Biesbroeck, qui a pu voir le savant professeur à l'œuvre au Mont Wilson, nous a magistralement exposé ses admirables travaux de physique astronomique; nous n'avons pas à y revenir.

Aujourd'hui nous voulons faire connaître à nos lecteurs que les deux plus grandes récompenses scientifiques qui puisse décerner l'Angleterre par l'intermédiaire de ses corps savants, à un homme de science novateur, ont été octroyées à Albert-Abraham Michelson: ce sont la médaille Copley de la Société Royale et la médaille d'or de la Société Royale Astronomique. Le professeur Eddington vient de le rappeler au dernier Meeting annuel de la R. A. S., le 9 février, en retraçant la carrière scientifique et les découvertes du professeur Michelson. E. L.

**Observations de Nova Cygni N° 3.** (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 5, mars 1922.) — D'une série d'observations du P. M. Ryves, il résulte que l'éclat de cette Nova présente des fluctuations de l'ordre d'un  $1/10^e$  de grandeur. Il faudrait des observations nombreuses et systématiques pour en déterminer les caractéristiques avec certitude. M. H.

**Nouvelle variable dans la constellation du Cygne.** (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 5, mars 1922.) — Il s'agit d'une étoile de grandeur 9.4 dont la position pour 1900 est la suivante: A. D. 20 h. 54 m. 12 sec. Déclin.  $+ 34^{\circ} 47' 4''$ .

M. A. Stanley Williams constata sa variabilité en comparant certains clichés pris avec un objectif à portrait de 4 pouces 4. Des observations visuelles nombreuses avec télescope de 6 pouces  $1/2$  ont permis de tracer la courbe de cette variable.

Il en résulte que cette étoile est du type  $\beta$  Lyre, mais que l'éclipse n'est toutefois pas totale.

Les caractéristiques principales sont les suivantes:

Période, 15 h. 08 m. 53 sec. 95; minimum principal, 10.42 magnitudes; premier maximum, 9.93 magnitudes; minimum secondaire, 10.15 magnitudes; second maximum, 9.94 magnitudes; écart, 0.49 magnitudes. M. H.

**Un intéressant météore.** (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 5, mars 1922.) — M. W. F. Denning décrit un phénomène météorique observé par diverses personnes et par lui-même, le 7 février 1922, à 3 h. 55 m., dans le sud de l'Angleterre. Il s'agit d'un bolide explosant (*detonating Fireball*), vu en plein jour et par un beau soleil. Après avoir parcouru un trajet d'environ 80 milles à une vitesse d'environ 14 milles à la seconde, le bolide fit explosion en l'air, avec un bruit d'une intensité formidable qui ébranla le sol et effraya sérieusement bêtes et gens.

D'après l'auteur, des phénomènes analogues auraient été observés une douzaine de fois en plein jour, en Angleterre, au cours des vingt et une dernières années. M. H.

**Nos Amitiés Italiennes : Urania.** — Le rôle qu'a assumé, en Belgique, la Société belge d'Astronomie, fusionnée à *Ciel et Terre*, l'avait été chez nos amis italiens, en l'année 1907, par la Société Astronomica Italiana, qui publia à dater de cette année et jusqu'en 1913, un bulletin des plus intéressants sous le nom de *Rivista di Astronomia e Scienze affini*. L'initiative de cette création était due au professeur Boccardi, directeur de l'Observatoire de Turin, qui avait réuni autour de lui et intéressé à son œuvre quelques savants éminents, parmi lesquels l'ingénieur Ottavio Zanotti, le professeur F. Saccò, le général Porro, etc... Pendant toutes ces années, la vitalité de la Société et de son remarquable bulletin fut entretenue surtout par le dévouement scientifique de MM. Boccardi et Saccò et de nombreux collaborateurs de premier ordre, parmi lesquels il nous faut citer, dans différents domaines scientifiques, MM. Cerulli, Abetti, Bemporad, Favaro, Agamennone, etc., etc... Les sujets traités sont des plus remarquables, et par leur variété et par la maîtrise avec laquelle ils ont été étudiés; nous ne pourrions faire trop d'éloges de cette belle et intéressante publication, hélas! trop tôt disparue. En 1913, pour des causes que nous n'avons pas à examiner ici, la *Rivista d'Astronomia* cessa de paraître.

En 1911, le professeur Boccardi, cependant, avait créé un autre organisme scientifique, la Société *Urania*, qui publia un bulletin intitulé : *Saggi di Astronomia popolare*; il prospéra pendant quelques années; mais, ensuite, soit par suite de la dépression produite en Italie, comme partout, par la guerre, soit par le manque d'intérêt manifesté par le grand public pour les choses de l'Astronomie, la Société déperit peu à peu; elle ne comptait plus, en 1919, qu'une cinquantaine de membres quand elle prit, comme président, M. le professeur F. Saccò, que nous nous honorons de compter parmi les propres collaborateurs de *Ciel et Terre*. Le professeur F. Saccò, doué d'une inlassable activité, résolut d'étendre le champ de la nouvelle publication à toutes les sciences physiques, de manière à rassembler un plus grand nombre d'adhérents. Tel est le rôle que joue aujourd'hui la revue *Urania* qui paraît mensuellement sous sa direction, en accordant d'ailleurs à la science astronomique la plus large part de sa publication. Nous exprimons ici les vœux les plus sincères et les plus ardents pour sa prospérité et son heureux développement. *Ciel et Terre* fera tout ce qui sera en son pouvoir pour faire connaître en Belgique sa sœur italienne, qui s'est consacrée à la tâche que nous poursuivons nous-mêmes.

Ce n'est pas seulement dans le domaine de l'art et de la littérature que nos « Amitiés italiennes » doivent se manifester; notre rôle, à nous, est de les développer et de les affermir dans le sens scientifique. C'est ce que nous tâcherons de réaliser — dans notre domaine — comme l'ont montré d'ailleurs déjà, à nos lecteurs, les nombreuses contributions que *Ciel et Terre* a dues aux savants de la Péninsule.

Le siège de la Société *Urania* est à Turin, 2, via Sancta Teresa, et la contribution annuelle de 10 lires pour les non résidents. E. L.

**L'éclipse de lune du 3 mars 1923.** — En raison du temps détestable qui régnait à ce moment sur l'Europe occidentale, les observations relatives à cette éclipse paraissent avoir été fort rares.

Le bulletin de mai de la Société astronomique de France en publie deux, dont voici les caractéristiques principales :

M<sup>me</sup> SERPETTE, à Vannes (Morbihan). — Lunette de 0<sup>m</sup>108. Ombre gris opaque. *Invisibilité* de la partie éclipsée.

M. WILLIAM ABBOTT, à Athènes (Grèce). — Lunette de 0m081. *Extrême luminosité* de la partie éclipsée. Bord de l'ombre bleuâtre. — Ombre cuivre-rose pâle lorsque l'on masquait la partie éclairée. — Grisâtre par contraste, si l'on amenait dans le champ la partie lumineuse. Principales configurations bien visibles pendant toute la durée du phénomène.

Observation favorisée par un ciel d'une pureté remarquable.

\* \* \*

L'on retrouve ici quelques-uns des caractères que nous avons analysés dans notre étude sur les éclipses de lune, publiée dans ce bulletin, nos 4-7 (1922), notamment la frange bleue de l'ombre,

La contradiction qui existe au point de vue visibilité doit, semble-t-il, s'expliquer par l'état de l'atmosphère aux lieux des observations. D'une part, sur les bords du golfe de Gascogne, absorption complète des faibles radiations, émanant de la partie éclipsée, par une atmosphère vraisemblablement saturée de vapeur d'eau. D'autre part, sous le ciel privilégié de la Grèce, visibilité complète, avec la frange, grâce à la pureté très grande de l'air sur le trajet des rayons visuels reliant l'observateur à notre satellite.

Les effets de l'irradiation lumineuse dans l'atmosphère humide semblent devoir jouer, eux aussi, un rôle dans l'invisibilité occasionnelle de la partie plongée dans l'ombre. M. H.

**Mercure.** — Mercure a été bien visible, à plusieurs reprises, lors de sa dernière élongation dont nous avons signalé les circonstances particulièrement favorables dans le numéro d'avril de notre bulletin.

Nous avons pu l'observer notamment les soirs des 2, 4 et 5 mai. Malheureusement, les conditions atmosphériques furent très mauvaises ces jours-là. Les images étaient fort mobiles et, d'ailleurs, le 5 notamment, la planète scintillait très visiblement. Ce même jour, l'éclat était plus petit que  $\beta$  Taureau et plus grand que Mars. La phase visible paraissait plus grande que la phase calculée, c'est-à-dire que le disque, dont seule la moitié aurait dû être visible, présentait une surface lumineuse plus grande. Or, c'est le contraire qui s'observe généralement lors des élongations orientales : la phase semble généralement en avance de quelques jours, tandis que, cette fois, elle paraissait plutôt en retard. La couleur était violacée, le disque ne paraissait pas uniformément lumineux. Cependant, il n'a pas été possible de rien déterminer avec certitude.

A partir du 5, le temps couvert ne nous a plus permis de continuer les observations. M. H.



# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 >

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 >

Id. (intérieure) id. fr. 8 >

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

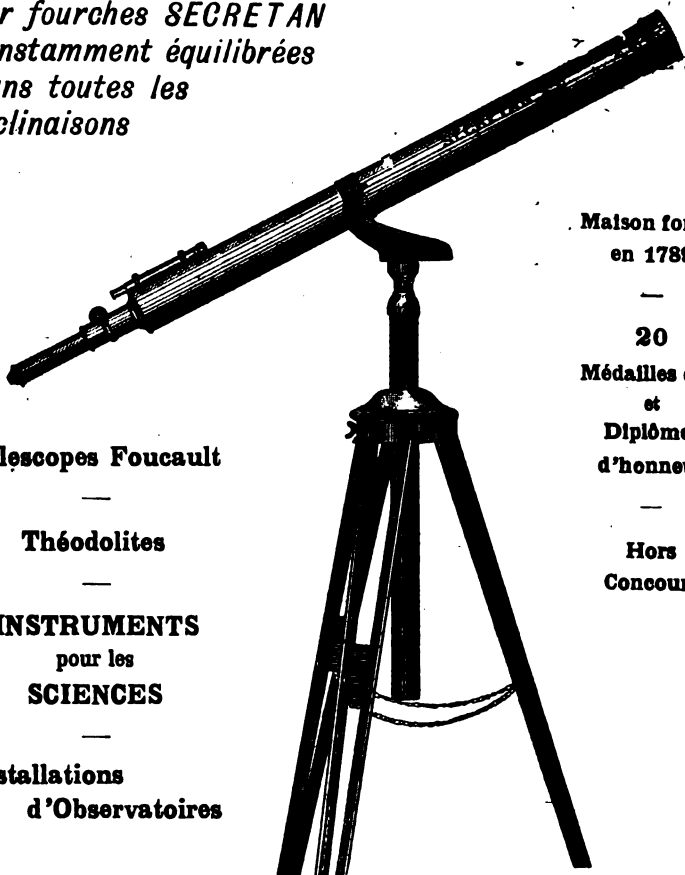
Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

# Instruments de Précision

# SECRETAN

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

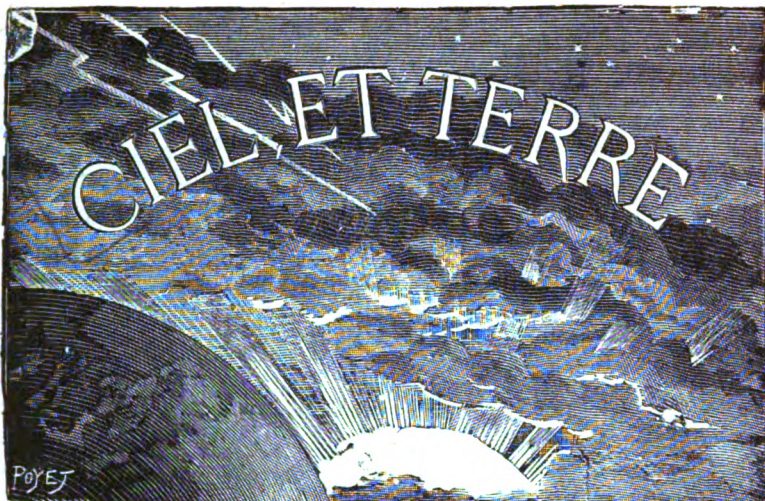
—  
Hors  
Concours

Demandez le catalogue

## SECRETAN

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.



## BULLETIN

DE LA

# *SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                             | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Le centenaire de Breguet</i> , par Paul Ditisheim.                                       | 153   |
| <i>La réforme du calendrier</i> , par Armand Baar (suite et fin):                           | 164   |
| <i>Une révolution dans le domaine de nos connaissances planétaires</i> , par Max Hauptmann. | 167   |
| <i>Les prochaines éclipses solaire et lunaire</i> , par M. H. et E. L.                      | 172   |
| <i>Sismologie et volcanisme au Guatemala</i> , par E. Lagrange.                             | 175   |
| <i>Ephémérides astronomiques pour août 1923</i> , par G. Coutrez.                           | 176   |
| <i>Ephémérides astronomiques pour septembre 1923</i> , par G. Coutrez.                      | 179   |
| <i>Notes : Le Congrès Aéronautique International</i> , par A. de D. L'Etna, par E. L.       |       |
| <i>Le champ du rayonnement solaire et les recherches de M. A. Nodon</i> , par E. L.         |       |
| <i>Radiations nouvelles</i> . MM. Reboul et Charbonneau, par E. L. Isis, par E. L.          |       |
| <i>Phénomènes sismiques et volcaniques au Guatemala</i> , par J. Van de Putte.              | ✓     |

---

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

---

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

Max HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BÉTHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARGHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. RECLAMATIONS. — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. CORRESPONDANCES. — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. COMPTABILITE. — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. RÉDACTION DU BULLETIN. — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. BIBLIOTHÈQUE. — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## LE CENTENAIRE DE BREGUET

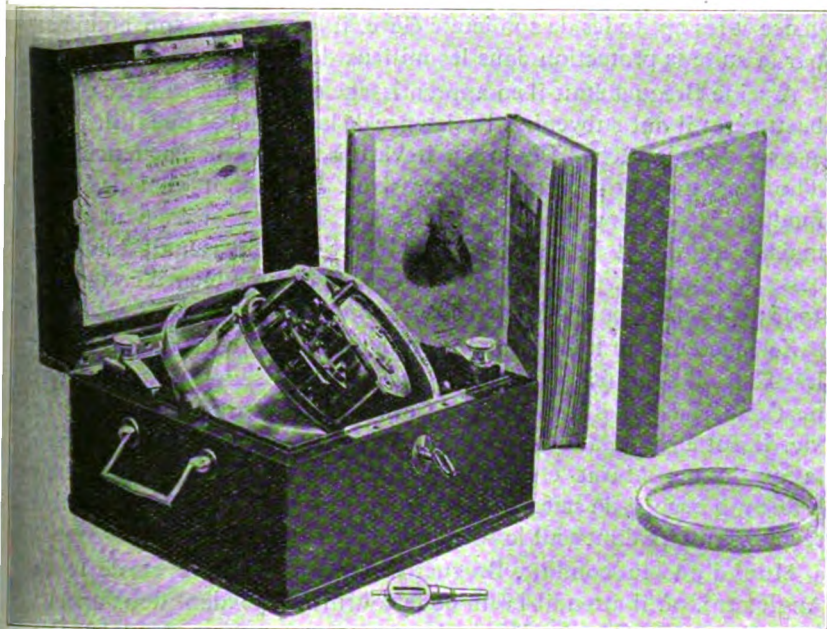


FIG. 16.

La France et la Suisse se préparent à commémorer brillamment le centenaire du célèbre horloger Abram-Louis Breguet, né à Neuchâtel, en 1747, et mort à Paris, le 17 septembre 1823.

Contrairement à ce qu'indiquent presque tous les auteurs, Breguet n'était pas de nationalité française; il appartenait à une vieille famille bourgeoise de Neuchâtel, dont M. Alfred Chapuis a retrouvé la trace dans des archives locales (1) depuis le XVI<sup>e</sup> siècle.

Abram-Louis Breguet avait douze ans lorsqu'on le retira de l'école, sur l'avis de ses maîtres qui ne pouvaient rien en tirer (2). Son père était mort deux ans auparavant; sa mère se remaria avec un horloger qui chercha à l'intéresser à sa profession et le mit en apprentissage à

(1) CHAPUIS, *Histoire de la Pendule neuchâteloise*. — Paris et Neuchâtel, 1917.

(2) JEANNERET et BONHOTE, *Biographie neuchâteloise*. — Locle, 1863.

Versailles. Il suivit les leçons de mathématiques de l'abbé Marie, censeur royal et professeur au collège Mazarin, où il avait succédé à La Caille. C'était un savant de grande valeur. Frappé par l'intelligence et les aptitudes de son jeune élève, il lui accorda son amitié et par la suite sa protection dans les milieux de la cour.

A peine Breguet était-il en apprentissage qu'il perdit sa mère et son beau-père; il dut subvenir à l'existence de la famille et ne faillit point à cette lourde tâche. Dès 1769 il vint à Paris, où sa renommée d'horloger grandit par étapes successives. Il s'établit quai des Morfondus, 51 — aujourd'hui 39, quai de l'Horloge — en haut d'une maison qui datait du règne d'Henri IV, et qui appartenait à la princesse de Polignac. Cette maison fut vendue comme bien d'émigré en 1796; il l'acheta pour 300 livres.

Zélé jacobin, ou tout au moins voulant le paraître afin de protéger les siens, il avait fait partie d'un bataillon de sans-culottes, ce qui ne l'empêcha pas d'être obligé de quitter la France pour sauver sa vie. Il dut à ses relations avec Marat de pouvoir échapper à temps à la guillotine. Marat était le compatriote de Breguet et s'était beaucoup occupé de sciences physiques, avant de devenir le terrible révolutionnaire dont seul le souvenir est resté.

Muni d'un sauf-conduit, Breguet se rendit en Suisse et de là en Angleterre, où il attendit la fin de la tourmente pendant deux ans, en travaillant pour Georges III et de nobles personnages anglais. Dès son arrivée à Londres, il avait trouvé des amis généreux qui l'avaient mis de suite en état de continuer ses travaux (1); on cite, en particulier, le fameux horloger John Arnold, dont le fils travailla plus tard dans les ateliers de Breguet.

Rentré en France, il eut tôt fait de relever sa fabrique et fut nommé, en 1799, horloger de la marine, premier pas vers la fortune et vers la gloire. Dès 1798, sa maison avait obtenu les plus hautes récompenses dans les expositions industrielles. Il fut invité à dîner par le Premier Consul aux Tuileries, en 1802, comme lauréat; et l'exposition de 1806 lui valut de nouveaux éloges du jury. Delambre vante à l'Empereur, en 1810, la solidité et la régularité des instruments de Breguet, l'ingéniosité de ses inventions, tels son échappement à force constante, son échappement naturel, son régulateur à tourbillon, son mécanisme

---

(1) Selon des papiers mis à jour tout récemment, Breguet aurait, au contraire, séjourné en Suisse pendant la plus grande partie de la période révolutionnaire.

nommé parachute. Si les profanes ne comprennent pas tous ces termes techniques, ils peuvent du moins se rendre compte de la réputation de Breguet sous l'Empire, en parcourant la liste de ses clients.

Il donne l'heure au général Bonaparte, au moyen d'une pendule portative à calendrier et d'une montre perpétuelle à sonnerie avec échappement libre; il est aussi le fournisseur des frères du général, qui seront plus tard désignés sur les livres de compte par leurs titres royaux. Sur ces livres figurent encore Kellerman, Joubert, Masséna, Berthier, Soult, Lauriston, Grouchy, Bessières, Ney, et bien d'autres généraux. On y trouve de même « l'Impératrice » du temps de Marie-Louise aussi bien que du temps de Joséphine, les princesses Pauline, Elisa et Caroline, la tendre comtesse Valewska et tant d'autres princesses et souveraines, les princes espagnols de Valençay comme la Maison impériale de Russie (1).

Breguet est le fournisseur habituel de M. Récamier, de M. de Talleyrand. Bref, l'énumération de ses clients de marque forme le plus aristocratique des répertoires, un vrai *Bottin*, politique et mondain, de la France et de l'Europe.

L'Empereur disparu, la faveur impériale fut remplacée par la faveur royale. Une des preuves les plus marquantes de cette faveur fut donnée à Breguet, lors de la réorganisation de l'Institut, en 1816.

Breguet avait enrichi, de nombreux procédés nouveaux, l'horlogerie en même temps que la navigation, la mécanique et la physique. Deux membres éminents de l'Académie des sciences se trouvaient rayés des contrôles, à titre de régicides, par Louis XVIII, Camus et Monge; deux noms furent inscrits d'office à leur place par Sa Majesté : ceux de l'illustre mathématicien Cauchy et du fameux horloger Breguet.

Breguet faisait partie de la section de mécanique, la même à laquelle avait appartenu son compatriote Ferdinand Berthoud. Il avait été fortement recommandé par son ami Prony.

Breguet fut un horloger prestigieux. Lorsqu'on examine une de ses montres, on reste confondu devant la virtuosité de l'exécution aussi bien que devant l'ingéniosité des conceptions et des mécanismes. Les collectionneurs recherchent, maintenant plus que jamais, ses multiples créations chronométriques : montres compliquées et de précision, chronomètres de marine, pendules astronomiques. Une construction particulière, qui porte son nom, encore appliquée aujourd'hui à toutes

---

(1) PAUL MARNOTTAN, *Abram-Louis Breguet*. — Paris, 1923.



les meilleures montres, ramène, par une courbe réglante extérieure, le fil du spiral dans un autre plan et permet le développement concentrique de cet organe. Le dispositif du *spiral Breguet* n'est ignoré d'aucun praticien ; son auteur fut, en cela, le précurseur de Phillips qui détermina plus tard, mathématiquement, la loi de sa construction.

Abram-Louis Breguet avait toujours rêvé de voir consacrer, dans un ouvrage imprimé, la réputation méritée que lui avaient valu ses œuvres ; il n'avait publié, au cours de sa carrière, que quelques prospectus d'exposition ; on l'admirait « sur documents mécaniques (1) » (fig. 16).

Il ne saurait en être de même depuis la publication d'un volume simplement intitulé *Breguet (1747-1823)*, paru à Londres l'an dernier, dans lequel l'auteur donne de nombreuses reproductions diverses du maître, avec des notices techniques, des indications permettant d'identifier les pièces, et un résumé de ce que l'on sait sur Breguet. Cette publication est due à un Anglais, grand amateur de belle horlogerie, spécialement épris de l'œuvre du maître incomparable que fut Breguet, dont il a réuni la plus remarquable collection de productions qui existe, Sir David Salomons.

Sir David Salomons porte un nom fort connu des deux côtés de la Manche. Collaborateur de l'illustre Wheatstone, en 1874, il fut un des premiers pionniers de l'électricité : force motrice et lumière ; de l'automobile et de l'aviation.

Fondateur de la Société anglaise des ingénieurs électriciens, mécanicien, physicien, chimiste, il a écrit de nombreux ouvrages et a installé dans sa résidence de Turnbridge Wells, des ateliers et des laboratoires lui permettant de se livrer aux études scientifiques et techniques qui ont occupé toute son existence. L'horlogerie peut se féliciter d'avoir passionné, dès le début, cet esprit curieux et entreprenant.

Nous avons eu le privilège d'examiner, lors d'un récent voyage en Angleterre, cette incomparable collection, dont la description et la reproduction constituent le fond de l'ouvrage de Sir David.

La partie iconographique de *Breguet* se compose de près de 140 planches renfermant plus de 300 gravures. Il faut noter spécialement que ces gravures ne sont pas, comme celles des catalogues de collections, uniquement des vues de cadrans et de boîtiers décorés. Il a des quantités de reproductions de mouvements, prises, soit par

---

(1) LÉOPOLD REVERCHON, *L'Horloger*. — Paris, juin 1921.



derrière, soit sous le cadran. Et ces vues sont infiniment plus intéressantes et plus instructives que celles des boîtes. Elles donnent au lecteur une idée exacte et adéquate de ce que fut l'atelier de Breguet, du soin et du fini que, dans cet atelier, le maître et ses collaborateurs apportaient à l'exécution de leur travail.

Breguet n'admettait pas la médiocrité; il estimait que Paris ne renfermait pas plus d'une vingtaine d'artistes capables de travailler à ses établis. C'est toujours dans ce petit groupe qu'il rechercha son personnel. Et cela explique à la fois son immense succès et la haute qualité de toutes les productions qu'il estampilla de sa signature. Cela explique aussi l'acharnement avec lequel on essaya d'apposer son nom sur une quantité de produits, dont la plus grande partie ne sont que de simples contrefaçons.

Les aristocratiques clients de Breguet étaient assurés de trouver toujours chez lui quelque nouveauté ou quelque originalité. Lui, de son côté, s'ingéniait à les séduire en variant sa production, à tel point que l'on peut dire, si l'on met à part *la montre souscription*, produite en série : chez Breguet il n'y a pas deux montres qui se ressemblent exactement.

Parmi les pièces capitales qu'illustre la description de Sir David Salomons, il faut d'abord citer la fameuse montre dite de *Marie-Antoinette*, bien que la malheureuse reine ne l'ait jamais vue. Elle est connue sous le nom *le chef-d'œuvre*. La notice qui s'y réfère nous apprend qu'elle fut commandée en 1783, par un officier des gardes de la reine, à la condition qu'elle renfermerait toutes les complications possibles et qu'on n'y emploierait que de l'or au lieu de cuivre. Aucun délai n'était imposé pour la livraison. Aucun prix n'était fixé. Commencée en 1783, cette pièce extraordinaire (fig. 17, 18 et 19), vit sa construction arrêtée en 1789, pour ne reprendre qu'en 1795. Elle ne fut jamais livrée et resta dans la famille Breguet jusqu'en 1887, époque où elle fut vendue à Sir Spencer Brunton, 600 livres sterling. Ce prix était exactement la moitié de celui du revient de l'objet, qui avait coûté à Breguet 30,000 francs.

La montre de Marie-Antoinette est en or, sauf dans les parties où l'acier est absolument nécessaire. Elle est perpétuelle, avec masse de platine. Le mouvement est protégé par deux disques de cristal de roche. Elle a deux cadrans, l'un en cristal de roche avec chiffres en or, l'autre en émail blanc. Elle répète les minutes, possède un calendrier perpétuel, donne l'équation du temps, est munie d'un thermomètre, d'un indicateur de remontage et d'un système de secondes



FIG. 17.



FIG. 18.



FIG. 19.

Montre « Marie-Antoinette ».

indépendantes. Tous les roulements se font sur des saphirs. Le travail est d'une délicatesse inimaginable. Il y a en particulier une roue de



FIG. 20. — Chronomètre de poche avec régulateur à tourbillon.

secondes indépendantes dont l'épaisseur n'est guère supérieure à celle d'une feuille de papier. L'ouvrage de Sir David Salomons donne huit gravures de cette pièce unique. Ces gravures permettent de se rendre compte de l'extraordinaire complication des mécanismes, aussi bien que de la délicatesse du cadran et de la disposition de ses indications.

Voici maintenant deux montres fameuses, dont l'une fut construite pour Louis XVIII et l'autre pour le Prince régent d'Angleterre. Elles ont chacune deux mouvements complets.

A côté de ces pièces somptueuses, voici le fa-

meux *tourbillon*, l'invention peut-être dont Breguet était le plus fier, si nous en jugeons par l'importance qu'il lui accorde dans la liste de ses travaux. La figure 20 reproduit une de ces montres à tourbillon vendue, en 1819, à M. Wenham.

Si Breguet attachait une aussi grande importance au tourbillon, c'est qu'il réalisa, par ce moyen, le réglage aux positions verticales qui sont les positions normales de la montre portée, tandis que la position horizontale est une position d'exception qui n'a pas de raison d'être pour qui dispose d'un porte-montre ou laisse son chronomètre dans un gousset vertical. Le tourbillon date des environs de 1781, suivant une lettre de Louis Breguet.

Après A.-L. Breguet, très peu d'artistes se sont attachés à construire des tourbillons. Ce dispositif, extrêmement délicat, semble s'être confiné dans les Montagnes neuchâteloises. E. Guinand et A. Grether

étaient connus pour l'exécution de ce travail. A. Pellaton, décédé il y a une dizaine d'années, s'était en quelque sorte spécialisé dans cette construction où il excellait. En vingt ans, l'Observatoire de Neuchâtel a étudié les marches de 85 chronomètres à tourbillon. Leur rendement s'est révélé tout à fait supérieur dans les concours de tous les observatoires.

Il faudrait citer tout entier l'ouvrage de Sir David, si l'on voulait donner une idée exacte de la variété de l'œuvre de Breguet. Parmi ces mécanismes, nous reproduisons encore (fig. 21, 22 et 23) trois vues de la montre compliquée à double face, vendue le 11 thermidor an XIII (1805), au duc de Praslin. Cette pièce fut faite vers 1785; peu après, Breguet partait en exil. Ceci explique que la vente n'ait pas eu lieu avant 1805. Le travail, des plus remarquables, n'est point inférieur à celui de la montre « *Marie-Antoinette* ».

En lui consacrant sa splendide publication, Sir David Salomons a élevé, à la gloire de cet homme qui n'avait rien publié, le plus beau monument qu'il pouvait désirer (1). Une édition française de *Breguet*, considérablement augmentée et traduite avec maîtrise par M. Louis Desoutter, vient de sortir de presse.

Pour célébrer l'événement du centenaire du grand horloger, le Conseil d'Etat neuchâtelois a organisé une manifestation qui n'aura rien de profane. Par arrêté du 14 février 1922, un concours chronométrique international a été institué à l'Observatoire de Neuchâtel. A.-L. Breguet sera ainsi honoré, en son pays et dans sa ville natale, dans l'art précis où il exerça son génie.

L'institution de ce concours a été communiquée, dès l'origine, à l'Académie des sciences et au Bureau des longitudes dont Breguet fit partie. Les épreuves ont commencé le 25 avril dernier. Pendant quatre mois, les chronomètres de marine, transportés à Neuchâtel par les constructeurs de France, d'Angleterre, du Danemark, se mesurent avec les instruments dus aux constructeurs suisses. Ces premières épreuves, spéciales aux grands instruments nautiques, vont durer jusqu'au 20 août.

Une deuxième série d'épreuves, réservée aux chronomètres de bord et de poche, de dimensions plus réduites, s'étendra du 25 mai au 15 août prochain. Dans ces diverses catégories, un total de cent quarante-quatre instruments déposés par une vingtaine de fabricants, sont actuellement en cours d'observation. Les amirautes et les gouvernements étrangers, intéressés à l'acquisition des chronomètres

---

(1) Voir L. REVERCHON, *Journal Suisse d'Horlogerie*, déc. 1921 à avril 1923.



FIG. 21.



FIG. 22.



FIG. 23.

pour les besoins réguliers de leur marine de guerre et de leurs services scientifiques, ont fait savoir qu'ils suivraient avec la plus grande attention les tableaux du concours. Mieux que de longs discours ces résultats fixeront l'importance des progrès réalisés au cours des années dans l'exacte mesure du temps; on se rendra compte de tout le chemin parcouru depuis les dernières épreuves internationales, tenues à l'observatoire de Genève, en 1896.

Un jury, composé de MM. Lebeuf, directeur de l'Observatoire de Besançon, Sir J. E. Petavel, directeur du National Physical Laboratory de Teddington, Raoul Gautier et L. Arndt, directeurs des Observatoires chronométriques de Genève et de Neuchâtel, sous la présidence de M. le conseiller d'Etat E. Renaud, donnera son préavis pour les prix à décerner aux meilleurs chronomètres.

La proclamation des récompenses se fera à l'Aula de l'Université de Neuchâtel, le 17 septembre 1923, date précise du centenaire de Breguet, en présence du jury, des représentants de l'Etat, des Corps scientifiques et des Associations organisatrices du centenaire.

Un *Comité neuchâtelois du centenaire d'Abram-Louis Breguet*, constitué sur l'initiative du Conseil d'Etat, par la Société d'Histoire et d'Archéologie, s'est mis en relation avec un comité parisien, formé dans un but analogue. Une liaison harmonieuse et confiante entre la France et la Suisse est ainsi assurée pour la glorification du grand artiste qui, au surplus, a été le fondateur d'une lignée de savants et d'industriels remarquables.

En effet, Louis Breguet (1803-1883) fut, comme son grand-père, membre de l'Institut. Il s'est occupé non seulement de chronométrie, mais de sciences physiques; c'est lui qui imagina le télégraphe à lettres, le télégraphe à cadrans, le télégraphe mobile et un grand nombre d'ingénieux appareils enregistreurs.

A. Breguet (1851-1882) étudia les principales questions scientifiques et industrielles relatives à l'électricité. Il prit la tête des célèbres Ateliers Breguet et dirigea la *Revue scientifique*.

L'arrière arrière-petit-fils d'Abram-Louis Breguet, Louis Breguet, actuel président de la Chambre syndicale des Industries aéronautiques, et son frère Jacques Breguet, secrétaire du Comité du centenaire poursuivent la belle tradition qui a maintenu, sans discontinuité et jusqu'à l'heure actuelle, la place éminente des *Breguet* dans le progrès des arts mécaniques.

C'est en vain qu'on rechercherait, dans une même famille, l'exemple de beaucoup d'hommes, ayant poursuivi sans relâche et de telle

manière, en de si multiples domaines, l'œuvre entreprise par le simple ouvrier que fut d'abord Abram-Louis Breguet.

A Paris, le programme du Comité du centenaire de Breguet comporte l'organisation d'un congrès de chronométrie, proposé par la Chambre syndicale de l'Horlogerie et des Industries qui s'y rattachent; ce congrès sera seulement national. Ainsi en a décidé la majorité de la commission d'organisation. Un domaine très vaste s'offre à son activité, qui aura à s'exercer sur la mise au point des grandes questions résolues au cours de ce premier quart de siècle : transmission de l'heure par télégraphie sans fil, compensation et réglage des chronomètres, horlogerie électrique, fabrication mécanique, laboratoires d'essais et de recherches, normalisation, enseignement professionnel. M. G. Bigourdan, le savant directeur du Bureau international de l'Heure, sera appelé à présider ce congrès.

Dans le cadre charmant du musée Galliera s'ouvrira à la même époque que le congrès, dans la deuxième quinzaine d'octobre, l'exposition rétrospective de l'œuvre de Breguet; cette exposition durera six semaines; le comité français fera paraître un catalogue dans lequel seront indiquées les désignations techniques et les complications principales des pièces les plus importantes. Cette documentation sera probablement développée dans un ouvrage plus étendu qui complètera celui de Sir David Salomons.

L'exposition de Paris réunira les pièces magnifiques confiées par de nombreux amateurs, parmi lesquels figurent en première ligne le Roi d'Angleterre et Sir David Salomons. Les montres tout à fait hors pair de la collection dont nous avons parlé plus haut, formeront le clou de l'exposition.

En même temps que les garde-temps de Breguet, on pourra examiner un certain nombre de planches de calques relatifs à leur construction; les salles de Galliera seront ouvertes à toute documentation graphique, iconographique et technique.

Nous ne parlerons pas ici de la séance commémorative en Sorbonne, dont le programme n'est pas encore tracé définitivement. Le patronage de M. Raymond Poincaré, des Ministres de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, du Commerce et de l'Industrie, de la Marine, l'adhésion d'un grand nombre de membres de l'Académie des Sciences, du Bureau des Longitudes et d'autres personnalités éminentes, assurent que la manifestation officielle de Paris constituera le digne couronnement de l'œuvre des *Breguet*.

PAUL DITISHEIM,

*Membre de la Société belge d'Astronomie.*

**Résumé de la conférence du 12 décembre, faite à Bruxelles  
par M. Armand Baar.**

**Sujet : LA RÉFORME DU CALENDRIER**

*(Suite et fin.)*

La seconde catégorie est celle des projets qui divisent l'année en 13 mois de 28 jours; chaque mois comportait exactement 4 semaines. Les 2 jours hors texte sont également adoptés.

Les principaux auteurs de projets semblables sont Auguste Comte et Paul Delaporte. Le seul désavantage de cette conception — le seul, mais combien grand! — est l'impossibilité de répartir l'année en trimestres. Inutile d'insister, sans doute, sur l'énorme inconvénient de ce défaut. D'ailleurs, ce système de division change tellement les habitudes, l'usage séculaire, que, très probablement, sa mise en vigueur rencontrerait des oppositions qui créeraient des obstacles insurmontables. Et nous ne voulons pas la guerre, n'est-ce pas?

L'Ecosais Robertson avait encore conçu la réforme dans un esprit différent : 2 mois de 28 jours, 1 mois de 35 jours, soit 4 trimestres de 91 jours; ce projet se rapproche de la première catégorie. Toujours 1 ou 2 jours hors texte.

Ce projet et ceux qui s'y rattachent sont assez intéressants; cependant, cette grande différence dans la longueur de deux mois consécutifs entraînerait pas mal de difficultés, ne fût-ce que dans la question « salaires », pour ne citer qu'un seul cas.

En dehors de ces trois catégories il existe des projets fantaisistes : l'un propose 12 mois de 28 jours et une semaine intercalaire entre les trimestres, semaine de vacances. Dans le même ordre d'idées l'autre propose 12 mois de 28 jours et deux demi-mois intercalaires entre les semestres, appelés : « demi-mois d'été » ou « demi-mois d'hiver ». Hélas! tout le monde ne peut pas prendre ainsi une ou deux semaines de repos plusieurs fois par an!

D'autres encore voulaient 52 semaines fixes, avec de temps en temps des années de 53 semaines.

Ces différents systèmes offrent évidemment des inconvénients nombreux; aussi on ne s'y arrête guère.

A un autre point de vue il faut citer l'idée de M. Deslandres, qui désire ramener le début de l'année au 22 décembre, faisant ainsi coin-



cider le 1<sup>er</sup> janvier avec le solstice d'hiver, chaque trimestre correspondant exactement à une saison.

C'est à tous égards une réforme heureuse, qui sera d'ailleurs adoptée au Congrès astronomique de Rome.

Dans tous les projets dont je vous ai parlé, jamais je n'ai fait mention de la règle d'intercalation des bissextiles.

L'astronome russe Mädler et M. Glasenapp voulaient la modifier : au lieu de supprimer trois jours bissextiles en 400 ans, en supprimer simplement un tous les 128 ans.

Evidemment, on obtient ainsi une plus grande exactitude de la longueur de l'année. La règle grégorienne, cependant, est tellement plus simple et provoque une erreur si minime — un jour en 3 000 ans! — qu'il convient de n'y rien changer.

C'est ce que comprit fort bien le Congrès de Rome, qui..., mais n'anticipons pas, je veux respecter l'ordre chronologique et je vais vous dire d'abord ce qui fut décidé au Congrès de Liège.

Cette réunion était composée d'hommes de science, d'astronomes, de délégués des Chambres de commerce et de représentants de la religion. Leurs décisions furent soumises au Congrès des Chambres internationales de Paris, en 1914 et approuvées à l'unanimité absolue de tous les congressistes.

Ces décisions, selon le vœu unanime, portent d'abord sur l'Universalité du calendrier, sur sa Perpétualité; ce sont, en effet, les deux grands points; je vous ai démontré leur importance.

Le Congrès décida aussi l'adoption des « jours hors texte » ce système étant le plus simple pour stabiliser les semaines. Vous avez d'ailleurs pu constater qu'il fait partie de tous les projets dignes d'intérêt.

On convint aussi de maintenir les 12 mois, 12 étant un nombre qui comporte beaucoup de facteurs. Enfin, l'on décida de fixer Pâques au début d'avril.

Le Congrès de Rome continua et compléta l'œuvre du Congrès de Liège : ainsi que je le disais précédemment, sa première décision fut le maintien de la règle grégorienne quant à l'intercalation des bissextiles : le cycle de 400 ans pour la suppression de 3 bissextiles étant un moyen fort simple et fort près de la vérité.

Une chose importante qui fut également traitée par le Congrès de Rome est la date du commencement de l'année; on reprit ici l'idée de M. Deslandres : pourquoi ne pas faire coïncider les trimestres avec

les saisons? C'est là une simplification du calendrier qu'il importe de ne pas négliger. Le Congrès de Rome décida donc qu'il serait opportun de reporter le 1<sup>er</sup> janvier au solstice d'hiver, soit au 22 décembre. C'est en effet la date à laquelle les jours commencent, en théorie du moins, à augmenter, c'est donc un moment propice pour un « commencement ».

Il fut ensuite résolu qu'il convenait de maintenir la journée de 24 heures, la semaine de 7 jours et l'année de 12 mois.

C'était tuer au berceau les irréalisables projets de décades, de cycles de 10 heures, etc.

Le Congrès de Rome confirma encore l'adoption d'un calendrier perpétuel et des deux jours hors texte.

Enfin, pour la fixation des fêtes, on admit la nécessité de ne plus tenir compte de la lune pour la détermination de la fête de Pâques.

Toutes ces réformes effraient un peu par le bouleversement que leur mise à exécution introduira dans nos « petites habitudes ».

Mais c'est bien là le seul obstacle, et il est minime si l'on considère les avantages réels d'une telle réforme.

Au point de vue religieux, il semble que cela pourrait amener des difficultés : immobiliser Pâques, c'est rompre avec la tradition; d'autre part, admettre que chaque année deux jours ne fassent partie d'aucune semaine, c'est oublier un peu que : « le Seigneur créa le monde en six jours et le septième se reposa ! »

Et cependant, tant de religieux déjà se sont occupés de la chose; depuis le XV<sup>e</sup> siècle, depuis le point de départ qui est la réforme du pape Grégoire XIII, nous trouvons les noms du chanoine Ouvrard, du jésuite Nau, qui cherchaient déjà à fixer Pâques; nous voyons que c'est d'un abbé, Marc Mastrofini, que nous tenons la meilleure tentative de projet, et lui-même admettait déjà que deux jours fussent hors pair; nous voyons l'abbé Croze, initiateur du concours de *Astronomie*, avec M. Flammarion; nous voyons le révérendissime Dom Guépin et le Père Chauve-Bertrand, qui, à l'heure actuelle encore, s'occupe si activement de la réforme du calendrier.

La difficulté semble résider dans l'initiative du mouvement : Que diront les orthodoxes si la réforme part du chef de l'église catholique? Que diront tous les membres des autres religions?

Ce qu'ils diront? De même que la Chine, le Japon ont adopté le calendrier grégorien, de même que dans les pays orthodoxes se manifestait un mouvement en faveur du même, ainsi feront-ils encore à

l'égard du nouveau : ils tergiverseront peut-être, ils feront de l'opposition, mais les avantages de la réforme les décideront.

Il est évident pourtant qu'ils accepteraient beaucoup plus aisément si l'initiative ne provenait pas du Pape...

Enfin, il est à souhaiter que ce problème, qui intéresse le monde entier, en arrive promptement à une solution satisfaisante.

Au point de vue astronomique, aucun empêchement, plus d'objection ; au point de vue religieux, aucune objection sérieuse non plus, aucune entrave pour le dogme, tout se réduit à une simple question de forme... ; il faut seulement une majorité qui demande la réforme ; c'est évidemment la Chambre de commerce internationale qui est le nombre ; à elle donc de prendre l'initiative.

Or, elle ne le fera que sur la demande du Comité national d'un des pays qui en font partie.

Cette question a pris sa valeur en Belgique : Fédération de la Chambre de commerce à Liège, premier congrès à Liège ; c'est à Bruxelles que M. Lecointe a abordé la question : c'est donc au Comité belge que revient la tâche de la réintroduire au prochain Congrès de Rome, en mars 1923.

---

## UNE RÉVOLUTION DANS LE DOMAINE DE NOS CONNAISSANCES PLANÉTAIRES

Dans l'*Astrophysical Journal*, de décembre 1922, MM. Charles E. St-John et Seth B. Nicholson publient une étude du plus haut intérêt sur la constitution de l'atmosphère de Vénus, qu'ils ont soumise, tout récemment, à une étude spectroscopique approfondie.

Les conclusions en sont tellement différentes de ce qui, jusqu'ici, était généralement admis comme hors de doute, que nous pensons devoir donner une analyse quelque peu détaillée de ces travaux et de leur discussion.

En effet, c'est toute une révolution dans le champ de nos connaissances planétaires qui s'opère à la lueur des observations et des commentaires des auteurs cités ci-dessus.

Ceux-ci nous rappellent tout d'abord que, depuis les premières observations de Huggins, en 1863, et depuis celles du P. Secchi, le savant directeur de l'Observatoire du Vatican, en 1868, les observa-

tions spectroscopiques de Vénus avaient conduit en général à la conclusion qu'une ressemblance frappante existait entre l'atmosphère de cette planète voisine, et celle dans laquelle nous vivons. Cette ressemblance provenait principalement de la présence de vapeur d'eau et d'oxygène dans l'enveloppe atmosphérique de Vénus.

Secchi, Huggins, Vogel, Scheiner sont formels, aussi bien dans leurs constatations que dans leurs conclusions.

Arrhénius, plus précis encore, va jusqu'à évaluer le degré hygrométrique de l'atmosphère vénusienne, qu'il pense pouvoir fixer à environ *trois* fois celle du Congo, ou *six* fois la moyenne terrestre (1). De là à conclure que la vie sur Vénus doit être beaucoup plus rapide et plus courte que sur la terre, il n'y avait qu'un pas. Tenant compte de la chaleur plus grande due à la proximité du Soleil, beaucoup l'ont franchi, et, nombreux sont les ouvrages de vulgarisation dont les auteurs considèrent que la vie sur Vénus doit en être au stade de grande activité où elle se trouvait sur Terre aux époques primaire et secondaire.

Nous verrons que les observations récentes de nos deux auteurs doivent inciter à beaucoup de prudence en ce domaine.

\* \* \*

L'explication des opinions jusqu'ici admises concernant l'analogie des atmosphères de la Terre et de Vénus, réside dans le fait que si l'on compare le spectre de l'atmosphère terrestre, simplement éclairée par le Soleil, à celui de la planète Vénus (toujours vue à travers notre atmosphère, évidemment), les raies de la vapeur d'eau et de l'oxygène, visibles naturellement dans les deux cas, paraissaient *renforcées* dans le spectre de Vénus. L'on attribuait ce renforcement à l'absorption, par la vapeur d'eau et l'oxygène existant dans l'atmosphère de Vénus.

C'est à Lowell (2) que revient le mérite d'avoir suggéré de soumettre ce renforcement à l'épreuve du dédoublement dû à l'effet Doppler-Fizeau. Il fallait, pour cela, choisir les moments les plus favorables, c'est-à-dire ceux où les déplacements relatifs de la Terre et de Vénus

(1) *Der Lebenslauf der Planeten*, par SVANTE ARRHÉNIUS; traduction allemande du Dr B. FINKELSTEIN — Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1919, p. 154. (Note de l'auteur.)

(2) *Lowell Observatory Bulletin*, n° 17, 1905.

sont les plus importants. V. M. Slipher obtint, pour Vénus, des spectrogrammes (1) ne donnant pas de dédoublement appréciable pour les raies de l'oxygène et de la vapeur d'eau. Mais les spectres obtenus n'étaient pas assez nets pour permettre de baser sur eux une opinion définitive. C'est en vue de s'efforcer de trancher définitivement la question que MM. Charles St-John et Seth Nicholson ont repris les expériences à l'Observatoire du Mont Wilson.

Ils se sont servis pour cela du télescope « Snow » et du spectrographe « Littrow ». Les spectrogrammes ont été pris lorsque Vénus se trouvait de part et d'autre du Soleil, de manière à obtenir des dédoublements possibles dans les deux sens, puisque, lors de l'élongation orientale, la planète se rapproche de nous, tandis qu'elle s'en éloigne au moment de l'élongation occidentale. Les vitesses relatives, à l'instant des prises des photographies sont de  $-12 \text{ km. 8}$ ,  $-10 \text{ km. 68} + 11 \text{ km. 36}$ , ce qui donne des déplacements suffisants des raies du spectre vers le rouge ou vers le violet, suivant les cas, pour séparer complètement les composantes terrestres de celles de Vénus, dans les conditions réalisées par les observations.

Voici, en résumé, quels ont été les résultats.

*Oxygène.* — L'examen des spectrogrammes démontre que, bien que des raies solaires de très faible intensité s'y laissent voir, aucune raie n'est observée aux endroits où devraient apparaître les raies déplacées provenant de l'oxygène de Vénus. On doit en conclure que s'il existe de l'oxygène dans l'atmosphère de cette planète, la proportion n'y est pas suffisante pour produire des raies visibles dans les conditions des expériences. Or, cette proportion est au maximum celle qui équivaldrait à la traversée par le rayon solaire, d'une zone d'oxygène pur de 9 mètres d'épaisseur. En tenant compte de la direction très oblique des rayons solaires réfléchis vers le spectroscopie, au moment de leur arrivée au contact de l'atmosphère vénusienne, il est certain que l'épaisseur de la couche possible de l'oxygène pur, sous pression normale, serait au plus de 1 mètre suivant la direction du centre de la planète. Comme l'oxygène contenu dans l'atmosphère terrestre équivaldrait à une zone de 1 500 mètres d'épaisseur verticale d'oxygène pur, il faut admettre que la quantité de ce corps pouvant

(1) Indépendamment, Campbell et Albrecht appliquaient la méthode Doppler-Fizeau à l'observation de l'atmosphère martienne. — *Lick Observatory Bulletin*, 6, 11 (n° 180), 1910.

exister le long du trajet du rayon lumineux dans sa traversée de l'atmosphère de Vénus, est *moindre du millième* de celle qui existe dans l'air que nous respirons, et par conséquent, que ce gaz, dont le rôle est si important pour nous, ne se trouve qu'en quantité infinitésimale sur Vénus.

*Vapeur d'eau.* — Aucune trace de raies déplacées, donc provenant de Vénus, n'est visible en ce qui concerne la vapeur d'eau.

Or, la quantité maxima qui pourrait avoir été traversée sans produire de trace dans les spectrogrammes peut s'évaluer, d'après les procédés indiqués par les auteurs, à moins de 1 millimètre d'eau. Pratiquement, donc, l'on peut dire que le rayon solaire ne rencontre pas de vapeur d'eau dans son trajet à travers l'atmosphère de Vénus.

*Discussion.* — Il résulte de ce qui précède que les observations antérieures relatives à la présence des deux gaz en question dans l'atmosphère vénusienne sont mises à néant. Cela ne signifie cependant pas la certitude d'une absence complète d'oxygène et de vapeur d'eau sur Vénus; mais simplement ceci, qu'à la profondeur à laquelle peut pénétrer dans cette atmosphère le rayon solaire réfléchi vers nous, il n'y peut rencontrer ces gaz que dans des proportions extrêmement restreintes, à supposer qu'ils y existent réellement.

Or, il convient de se demander quelle peut être cette profondeur. Car si le rayon pénètre jusqu'à proximité de la surface, nous pourrions conclure que Vénus est presque entièrement privée d'oxygène et d'eau, tandis qu'au cas contraire, la question resterait encore sans solution.

Malheureusement, ici, nous en sommes réduits à des conjectures plus ou moins rationnelles, fondées sur des analogies avec ce qui se passe sur la terre.

Essayons cependant, tout en résumant, de suivre nos auteurs dans les considérations étendues qui les amèneront à conclure, contrairement aux idées reçues jusqu'ici, à la *probabilité* pour Vénus d'une atmosphère sèche et dépourvue d'oxygène.

Remarquons d'abord que l'on a attribué à des masses de nuages analogues aux nôtres, le pouvoir réfléchissant élevé de Vénus. Le rayon lumineux serait donc arrêté et réfléchi par la couche supérieure de ces nuages.

D'autre part, l'on sait, par l'observation de l'anneau lumineux au moment des conjonctions, que l'atmosphère de Vénus présente une épaisseur comparable à celle de la Terre.

S'il s'agit de nuages analogues aux nôtres, ils ne peuvent se trouver qu'à une hauteur telle que des quantités appréciables d'oxygène et de vapeur d'eau se rencontrent au-dessus d'eux, comme cela se présente dans notre haute atmosphère. Or, nous avons vu qu'il ne s'en trouve pas en quantités suffisantes pour être décelées par les spectrogrammes qui cependant, inscrivent de façon très marquante les faibles teneurs de notre haute atmosphère.

Il convient donc d'abandonner l'hypothèse de la réflexion par des nuages de vapeur d'eau. Nos auteurs s'y décident d'autant plus aisément que l'albedo de Vénus, tout important qu'il soit (0,49), reste assez en dessous de celui des nuages terrestres qui est de 0.60 à 0.75 suivant les auteurs, et que Vesta, par exemple, pour laquelle il ne peut être question d'enveloppe nuageuse, possède le même albedo (0,48) que la planète qui nous occupe.

D'autre part, il paraît bien certain que la surface réfléchissante, sujette à d'importantes et constantes variations, est bien une surface nuageuse. Mais les conditions climatériques de Vénus dépendent en grande partie de la durée de sa rotation au sujet de laquelle on n'est pas encore bien fixé. Les estimations actuelles cependant s'accordent pour admettre une période supérieure à quinze jours. Dans ces conditions, il faut admettre que l'échauffement considérable de l'hémisphère éclairée, concurremment avec le refroidissement non moins important de l'hémisphère où règne une si longue nuit, doit donner naissance à un déséquilibre permanent. Au sein de l'atmosphère, des courants aériens d'une violence dont nous ne pouvons nous faire idée doivent dans ces conditions se produire, qui pourraient fort bien soulever des nuages de poussière ou de sable, lesquels resteraient en suspension. On aurait là-bas, en grand et de façon permanente, le phénomène des tempêtes de sable de nos déserts terrestres.

Les observateurs se proposent, d'ailleurs, de poursuivre leurs recherches suivant des procédés qu'ils indiquent, et qui leur font espérer de faire pénétrer leurs investigations jusqu'à la surface même de la planète mystérieuse.

En attendant que ces nouveaux travaux aient donné des résultats qui ne pourront manquer de présenter grand intérêt, nous pouvons conclure, avec MM. St-John et Nicholson, que l'on s'est peut-être un peu trop avancé en admettant que les conditions climatériques de notre voisine sont similaires aux nôtres, et que l'évolution doit nécessairement y passer par les mêmes stades que sur notre terre.

Ces messieurs rappellent fort à propos, — et cela fait le plus grand honneur à notre pays — que le Belge Koene, dans ses *Mémoires de chimie*, parus en 1856, a émis l'avis que tout l'oxygène libre de notre atmosphère pouvait avoir été formé aux dépens de l'acide carbonique préexistant. Arrhénius, de son côté, considère comme établi que les proportions d'oxygène à l'état libre dans l'air et de carbone pur incorporé aux dépôts sédimentaires se correspondent, et que, probablement, tout l'oxygène de l'air doit son existence à la vie végétale, qui aurait réalisé la séparation des éléments oxygène et carbone.

Puisqu'il semble bien que l'oxygène fasse défaut sur Vénus, on est fondé à admettre que l'une ou l'autre condition de sa production y aura fait défaut, soit que le manque d'eau n'ait pas permis le développement de la végétation, soit que les conditions d'éclosion de la vie elle-même n'aient pas été réunies, et l'on en arrive à penser que l'atmosphère de Vénus, tout au contraire de la nôtre, serait formée principalement de gaz permanents ou semipermanents, tels que l'azote ou l'anhydride carbonique.

MAX HAUPTMANN.

---

## LES PROCHAINES ÉCLIPSES SOLAIRE ET LUNAIRE.

**Eclipse de soleil** (10 septembre 1923). — Les éclipses de lune et de soleil se produisent généralement aux mêmes époques. Aussi n'est-il pas étonnant qu'après l'éclipse de lune du 26 août dont nous parlons ci-dessus, une éclipse totale de soleil se produise moins d'un mois après. Malheureusement pour nous, elle doit, elle aussi, n'être pas visible en Belgique, ni même en Europe, ni en Afrique, d'où nos sociétaires congolais auraient peut-être pu nous adresser des observations toujours bien accueillies.

En fait, ce phénomène ne sera visible que dans une zone, très vaste à la vérité, comprenant la partie Nord-Est de l'Océan Pacifique et limitée, au Sud-Ouest, par une ligne tracée du Japon jusqu'au Pérou en passant par les îles Hawaï, toute l'Amérique du Nord, la moitié Nord-Ouest de l'Amérique du Sud, et la partie de l'Océan Atlantique délimitée à l'Est par une ligne partant des Guyanes jusqu'au Groenland en suivant approximativement les méridiens qu'elle coupera néanmoins sous un angle très prononcé.

La zone de centralité, très étroite, où l'éclipse sera totale, avec une



durée d'environ trois minutes correspondant à la moyenne, commencera aux îles Kouriles, vers l'extrémité de la presqu'île de Kamtchatka (Asie), suivra au Sud la ligne des îles Aléoutiennes, puis se rapprochera de la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, qu'elle franchira au sud de San-Francisco, se dirigeant par le Nord du golfe de Californie à travers le Mexique, le golfe du Mexique, la presqu'île du Yucatan, la mer des Antilles, pour finir à la ligne des petites Antilles.

Certainement, de bonnes observations de cette éclipse pourront être effectuées en de nombreux points du parcours, et il y a tout lieu d'espérer qu'elles permettront de réaliser de nouveaux progrès dans les domaines de plus en plus nombreux intéressés aux éclipses totales de soleil.

M. H.

Comme lors des éclipses totales de soleil de 1909 et de 1922, l'Institut Carnegie (Département du magnétisme terrestre) et le U. S. Coast and Geodetic Survey envoient des missions spéciales dans plusieurs observatoires de la zone de totalité pour l'étude des problèmes si captivants des relations entre les phénomènes du magnétisme terrestre et de l'électricité atmosphérique et la radiation solaire. L'observatoire de Tucson et celui du mont Wilson sont les deux principaux.

Un programme d'observations a été établi, cette fois encore, par M. L. A. Bauer, directeur du département du magnétisme terrestre à l'Institut Carnegie; il est publié dans le *Terrestrial Magnetism* de mars-juin 1923 et tout à fait semblable à celui suivi en 1922. Nous l'avons publié dans *Ciel et Terre*, 1922, p. 226.

E. L.

**L'éclipse de lune**, le 26 août 1923, de très faible grandeur d'ailleurs (0.168, le diamètre de la Lune étant un), ne sera visible que d'une partie de l'Océan Pacifique, mais présente cependant un intérêt particulier.

Ce phénomène, en effet, d'après les calculs de Dudlin, membre de la Société Astronomique de France, qui en a donné connaissance à cette société (1), ne serait autre que l'un des renouvellements de l'éclipse de lune du 12 mars 1504 dont Christophe Colomb se servit si habilement pour apaiser les vellétés belliqueuses des peuplades du Nouveau Monde qu'il venait de découvrir quelques années auparavant.

L'on se rappelle certainement que l'illustre navigateur, débordé par

---

(1) Bulletin de cette société de juillet 1923, p. 304.

le nombre, usa d'un subterfuge en menaçant ses adversaires de leur retirer la lumière de l'astre nocturne à l'approche d'une éclipse dont il connaissait le moment précis. Puis, voyant que l'effet désiré était produit, il promit de se montrer clément. Le retour de la lumière étant venu confirmer sa magnanimité, son autorité se trouva définitivement établie sur les aborigènes.

Par les mots : « retour de l'éclipse chronologique connue sous le nom d'éclipse de Christophe Colomb », nous comprenons que M. Dudlin indique que, dans le Saros actuellement en cours, cette éclipse occupera le même rang que celle du grand navigateur dans le Saros d'alors. En d'autres termes, le temps qui se sera écoulé entre les deux phénomènes sera un multiple entier du Saros, cette période de 18 ans 11 jours après laquelle les éclipses se reproduisent dans le même ordre, et dont l'exacte connaissance par les Chaldéens, plusieurs siècles avant J.-C., reste si mystérieuse.

Ce mystère provient surtout du fait que les éclipses de soleil qui se correspondent d'un Saros à l'autre, ne sont généralement visibles que dans des régions terrestres très différentes. Ainsi les éclipses de soleil du 18 juillet 1860, du 29 juillet 1878 et du 9 août 1896 occupent le même rang dans les Saros auxquels chacune d'elles appartient. Mais la première fut visible dans le Sud de l'Europe, la seconde dans l'Amérique du Nord, et la troisième au Nord de l'Europe et de l'Asie (1).

Il est donc à supposer que les Chaldéens n'ont pu se baser que sur les éclipses de lune pour établir la théorie du Saros. Celle-ci aura été confirmée, dans la suite, par l'observation des éclipses de soleil, lorsque l'homme est parvenu à étendre suffisamment son habitat sur la planète, ainsi que les relations de peuple à peuple. Le mérite des astronomes chaldéens n'en est que plus grand et l'on ne peut s'empêcher de regretter, avec Flammarion, combien, à notre époque, des gens instruits et distingués à beaucoup d'égard, restent indifférents à cette science par excellence qui passionnait déjà bien des esprits à une époque où ses sœurs cadettes gisaient encore dans les ombres épaisses de l'ignorance.

M. H.

---

(1) Cfr. *History of Astronomy*, Berry, p. 19-20.

## SISMOLOGIE ET VOLCANISME AU GUATEMALA.

Parmi toutes les « aires sismiques » que la carte de Milne dessine à la surface du Globe, celle qui embrasse les côtes occidentales et la partie centrale du Guatemala est une des plus caractéristiques ; sa situation entre deux Océans, du Pacifique au golfe du Mexique, lui donne, en outre, d'après Suess lui-même, une importance toute spéciale dans le domaine de l'interprétation géophysique des phénomènes.

Aussi doit-on signaler comme de la plus haute importance pour la science séismologique toute étude sérieuse et de bonne foi des phénomènes de tremblement du sol recueillis par un observateur perspicace et averti dans une région où ces « temblores » forment en quelque sorte un phénomène journalier.

M. J. Van de Putte, un de nos compatriotes, a passé quarante années de sa vie, à Guatemala même. Pendant presque ce demi-siècle, il a été le témoin de milliers de secousses du sol ; il a vu sa propre demeure en 1917 succomber au cataclysme qui a détruit de fond en comble la capitale, et a vécu les jours terribles de ce cataclysme. Esprit ouvert aux sensations de mystère et d'inconnu qui s'attachent à ces grandes manifestations de l'activité interne de cette Terre où l'humanité peine et s'agite, il a, pendant cette longue période d'années, noté soigneusement et scientifiquement les phénomènes et leurs caractères multiples ; bien plus, remontant dans le passé, il a voulu faire en quelque sorte l'« histoire sismique » du Guatemala depuis la conquête en s'aidant de toutes les sources qui s'offraient à lui.

C'est le résultat de cette longue et consciencieuse enquête sismologique que M. J. Van de Putte publie aujourd'hui, et que nous sommes heureux d'accueillir dans *Ciel et Terre*.

Elle est de nature à intéresser vivement les géophysiciens ; les documents qu'elle apporte sont des documents de première main et dus à un esprit précis, ouvert aux recherches scientifiques.

L'auteur, d'ailleurs, après les avoir exposés, s'en est servi lui-même pour présenter au monde savant des vues nouvelles sur les réactions possibles entre la croûte terrestre et le magma interne ; elles semblent de nature à pouvoir être accueillies avec faveur par les adeptes de Milne aussi bien que par ceux de Hobbs ou de Montessus de Ballore ; ces déductions synthétiques forment la seconde partie de son beau mémoire.

*Ciel et Terre* le publiera, avec sa pagination spéciale, en annexes à notre Bulletin mensuel et conséquemment en plusieurs fascicules qui se suivront. Le premier est joint au présent Bulletin juillet-août.

E. LAGRANGE.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR AOÛT 1923 (1)

**SOLEIL.** — L'orbe du Soleil est marquée par les constellations du Cancer et du Lion. Ce sont les étoiles des constellations du Cygne et de Pégase, du Capricorne et du Verseau qui culminent, le 15, vers minuit.

Le 24 août, à 4 h. 52 m., le Soleil entre dans le signe zodiacal de la Vierge. Les jours décroissent de 1 h. 58 m. du 31 juillet au 31 août.

| Date             | Lever | Passage au<br>méridien | Coucher | A. R.    | D.       |
|------------------|-------|------------------------|---------|----------|----------|
|                  | h. m. | h. m. s.               | h. m.   | h. m. s. |          |
| Août 1 . . . . . | 4 7   | 11 48 46               | 19 30   | 8 42 29  | + 18°13' |
| 11 . . . . .     | 4 22  | 11 47 46               | 19 13   | 9 20 54  | + 15 30  |
| 21 . . . . .     | 4 38  | 11 45 49               | 18 54   | 9 58 23  | + 12 23  |

L'heure du passage au méridien donne le temps légal à midi vrai d'Uccle.

**LUNE.** — Les phases de la Lune en août sont :

☾ D. Q. le 4 à 19 h. 22 m.

● N. L. le 12 à 11 h. 17 m. Apogée le 4 à 6 h.

☾ P. Q. le 19 à 6 h. 7 m. Périgée le 16 à 10 h.

☾ P. L. le 26 à 10 h. 29 m. Apogée le 31 vers minuit.

Limites des déclinaisons de la Lune :

+ 18°32' le 9. Hauteur maximum le 9 : 57°44'.

— 18°29' le 21. Hauteur minimum le 21 : 20°43'.

*Occultations d'étoiles par la Lune :*

| Date   | Etoile      | Gr. | Immersion |                    |     | Emersion |                    |     |
|--------|-------------|-----|-----------|--------------------|-----|----------|--------------------|-----|
|        |             |     | T. L.     | Angle :<br>P.   Z. |     | T. L.    | Angle :<br>P.   Z. |     |
|        |             |     | h. m.     | °                  | °   | h. m.    | °                  | °   |
| Août 7 | 89 Taureau  | 5.8 | 1 32      | 95                 | 136 | 2 30     | 238                | 279 |
| 8      | 117 Taureau | 6.0 | 0 58      | 101                | 138 | 1 49     | 241                | 290 |
| 16     | Saturne     | 1.1 | 10 44     | 125                | 160 | 11 44    | 278                | 310 |
| 27     | λ Verseau   | 3.8 | 3 17      | 38                 | 9   | 4 17     | 275                | 240 |
| 29     | 10 Baleine  | 6.4 | 2 28      | 55                 | 46  | 3 48     | 254                | 231 |

(1) Les heures sont données en temps légal (temps civil de Greenwich) sans enir compte de l'heure d'été.

Le 7 : Appulse de  $\sigma^3$  Taureau (gr. 4.9) à 0<sup>h</sup> 2 du bord lunaire sud (265° en comptant vers l'est) à 2 h. 31 m. environ.

Le 16 : Dans la matinée et trois jours avant la nouménie, Saturne disparaît par le bord obscur de notre satellite et réapparaît par le bord éclairé. L'occultation n'est visible qu'à l'aide d'une assez forte lunette.

**Marées.** — Les grandes marées ont lieu le 15 août, à 1 h. 41 m. à Ostende (hauteur 2 m. 15) et à 4 h. 57 m. à Anvers (hauteur 2 m. 44); et le 29 août à 1 h. 25 m. à Ostende (hauteur 2 m. 02 et à 4 h. 41 m. à Anvers (hauteur 2 m. 29).

### Planètes

Éléments des diverses planètes, en août :

| Astro    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.      | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|---------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |                   |
| Mercure. | 11   | 6 9   | 13 2    | 19 52   | 10 35 | + 9°53' | 1.23              |
|          | 21   | 6 59  | 13 16   | 19 32   | 11 29 | + 2 51  | 1.12              |
| Vénus.   | 1    | 3 7   | 11 4    | 19 2    | 7 58  | + 21 19 | 1.69              |
|          | 11   | 3 25  | 11 16   | 18 57   | 8 49  | + 18 46 | 1.71              |
| Mars.    | 21   | 4 5   | 11 26   | 18 47   | 9 39  | + 15 20 | 1.72              |
|          | 1    | 4 18  | 12 0    | 19 41   | 8 53  | + 18 42 | 2.67              |
|          | 11   | 4 15  | 11 46   | 19 26   | 9 19  | + 16 52 | 2.67              |
|          | 21   | 4 12  | 11 32   | 18 50   | 9 44  | + 14 51 | 2.67              |
| Jupiter. | 1    | 12 44 | 17 37   | 22 30   | 14 32 | — 13 51 | 5.27              |
|          | 11   | 13 9  | 17 1    | 21 52   | 14 35 | — 14 10 | 5.43              |
|          | 21   | 11 36 | 16 26   | 21 16   | 14 39 | — 14 32 | 5.58              |
|          | 1    | 10 19 | 16 5    | 21 50   | 12 59 | — 3 42  | 10.04             |
| Saturne. | 11   | 9 44  | 15 28   | 21 12   | 13 2  | — 4 2   | 10.19             |
|          | 21   | 9 10  | 14 52   | 20 34   | 13 5  | — 4 24  | 10.32             |
| Uranus.  | 16   | 19 43 | 1 20    | 6 54    | 23 12 | — 6 5   | 19.16             |
| Neptune. | 16   | 4 6   | 11 30   | 18 54   | 9 22  | + 15 37 | 31.10             |

**MERCURE** : Visible le soir à la fin du mois ; sa plus grande élongation orientale ayant lieu le 2 septembre. (Gr. le 29 : — 0,4.)

**VÉNUS** : Dans le rayonnement solaire du matin est inobservable. En conjonction supérieure le 10 septembre. Périhélie le 18 à 23 heures.

**MARS** : En conjonction supérieure avec le Soleil le 8 à 20 heures ; inobservable.

**JUPITER** : Dans la Balance. En quadrature le 3 août à 13 heures ; se couche de jour en jour plus tôt. Diamètre le 15 : 33"6.

**SATURNE** : Dans la Vierge. Mêmes conditions d'observation que Jupiter. Diamètre le 15 : 14" 6.

**URANUS** : Dans le Verseau. Toute la nuit. Diamètre 3"6.

**NEPTUNE** : Inobservable. En conjonction avec le Soleil le 11.

### CONJONCTIONS.

|                           |                             |             |
|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| Le 11, à 15 heures, Vénus | en conjonction avec la Lune | à 3° 46' N. |
| 12, à 11 heures, Mars     | » » la Lune                 | à 3° 22' N. |
| 12, à 11 heures, Neptune  | » » la Lune                 | à 2° 22' N. |
| 12, à 15 heures, Mars     | » » Neptune                 | à 0° 59' N. |
| 14, à 1 heure, Mercure    | » » la Lune                 | à 0° 39' N. |
| 18, à 4 heures, Vénus     | » » Neptune                 | à 0° 58' N. |
| 18, à 5 heures, Jupiter   | » » la Lune                 | à 3° 45' S. |
| 23, à 16 heures, Vénus    | » » Mars                    | à 0° 6' N.  |
| 27, à 13 heures, Uranus   | » » la Lune                 | à 0° 24' S. |

### Phénomènes divers.

*Eclipse.* — Le 28 août, éclipse partielle de Lune invisible en Belgique. La grandeur de ce phénomène est 0.168. Il sera observable dans la plus grande partie de l'Océan Pacifique.

Commencement de l'éclipse à 8 h. 12 m.; plus grande phase à 10 h. 39; fin à 13 h. 6 m.

*Satellites de Jupiter.* — Les phénomènes suivants sont intéressants à observer :

|        |                                     |                 |
|--------|-------------------------------------|-----------------|
| Août 2 | Eclipse réapparition du satellite I | à 20 h. 30 m. 4 |
| 3      | » » » III                           | à 21 h. 29 m. 7 |
| 18     | » » » I                             | à 20 h. 49 m. 0 |
| 22     | » » » II                            | à 19 h. 41 m. 9 |
| 29     | » disparition » II                  | à 19 h. 58 m. 6 |

*Etoiles filantes.* — Le calme des nuits d'août nous invite de préférence à toute autre époque de l'année, à l'observation des météores. Suivant Denning, de très nombreux radiants secondaires font du mois d'août l'un des plus riches en étoiles filantes. Le radiant des *Perséides* est notamment le plus actif. Le commencement de cet essaim s'est manifesté le 8 juillet, près de  $\theta$  Cassiopée; le 10 août, la Terre rencontre la partie la plus dense de l'essaim : radiant voisin de  $\mu$  Persée (météores rapides, traînées jaunâtres). Le 22, les Perséides cessent, le dernier radiant s'est déplacé dans Camelopardus,

*Variables.* — Minimum d'Algol ( $\beta$  Persée) : le 9 à 1 h. 15 m.; le 11 à 22 h. 4 m.; le 29 à 2 h. 55 m.; le 31 à 23 h. 44 m.

*Constellations.* — Le 15 août, à 22 heures (23 heures, heure d'été) :

Au Zénith : Les belles constellations de l'Aigle (vers le Sud) de la Lyre et du Cygne.

Au Nord : Le Dragon, Céphée. La Petite Ourse. Cassiopée (vers l'Est). La Grande Ourse (vers l'Ouest). Le Cocher (à l'horizon).

A l'Est : Persée. Andromède et Pégase. Les Poissons et le Verseau.

Au Sud : Le Capricorne. Sagittaire.

A l'Ouest : Ophiuchus. Le Scorpion avec Antarès se couche. Hercule, la Couronne boréale, le Bouvier. La Balance et la Vierge disparaissent.

La Voie Lactée court du N. N. E. au S. S. O.

*Lumière zodiacale.* — On peut la rechercher le matin, avant l'aurore, le long de l'écliptique.

G. COUTREZ.

\* \* \*

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR SEPTEMBRE 1923.

**SOLEIL.** — L'orbe du Soleil est marquée par les constellations du Lion et de la Vierge. Ce sont les étoiles d'Andromède et de Pégase, de Cassiopée qui culminent, le 15, vers minuit.

Le 24 septembre, à 2 h. 4 m. (temps légal), le Soleil entre dans le signe zodiacal de la Balance et marque à ce moment le commencement de l'automne.

Les jours décroissent du 31 août au 30 septembre de 1 h. 56 m.

| Date                | Lever | Passage au<br>méridien | Coucher | A. R.    | D.      |
|---------------------|-------|------------------------|---------|----------|---------|
|                     | h. m. | h. m. s.               | h. m.   | h. m. s. |         |
| Septembre 1 . . . . | 4 55  | 11 42 46               | 18 31   | 10 38 42 | + 8°34' |
| 11 . . . .          | 5 10  | 11 39 27               | 18 9    | 11 14 49 | + 4 51  |
| 21 . . . .          | 5 26  | 11 35 56               | 17 46   | 11 50 43 | + 1 0   |

**LUNE.** — Les phases de la Lune en septembre sont :

- ☾ D. Q. le 3 à 12 h. 47 m.
- N. L. le 10 à 20 h. 53 m. Périgée le 12 à 22 h.
- ☾ P. Q. le 17 à 12 h. 4 m. Apogée le 28 à 17 h.
- ☼ P. L. le 25 à 1 h. 16 m.

Limites des déclinaisons de la Lune :

- Le 5 : + 18°28' Hauteur maximum : 57°40'
- Le 18 : — 18°24' Hauteur minimum : 20°48'

Occultations d'étoiles par la Lune :

| Date        | Etoile          | Gr. | Immersion |         |     | Emersion |         |     |
|-------------|-----------------|-----|-----------|---------|-----|----------|---------|-----|
|             |                 |     | T. L.     | Angle : |     | T. L.    | Angle : |     |
|             |                 |     | h. m.     | °       | °   | h. m.    | °       | °   |
| Septembre 2 | f Taureau       | 4.3 | 0 55      | 149     | 186 | 1 20     | 172     | 206 |
| 2           | 48 Taureau      | 6.3 | 23 11     | 22      | 62  | 23 46    | 309     | 350 |
| 3           | γ Taureau       | 3.9 | 1 14      | 31      | 70  | 2 5      | 297     | 333 |
| 3           | 70 Taureau      | 6.4 | 4 50      | 48      | 55  | 6 2      | 286     | 274 |
| 3           | 71 Taureau      | 4.6 | 5 15      | 145     | 146 | 5 57     | 187     | 177 |
| 3           | 61 Taureau      | 4.2 | 6 41      | 78      | 58  | 8 2      | 264     | 230 |
| 3           | 62 Taureau      | 3.6 | 6 45      | 100     | 79  | 8 0      | 241     | 207 |
| 6           | 110 B Gémeaux   | 6.2 | 4 58      | 65      | 100 | 6 7      | 294     | 319 |
| 20          | 61 B Capricorne | 5.9 | 17 20     | 67      | 95  | 18 31    | 274     | 292 |
| 23          | φ Verseau       | 4.4 | 19 38     | 9       | 39  | 20 14    | 310     | 336 |
| 28          | 389 B Baleine   | 6.3 | 1 34      | 77      | 79  | 2 55     | 239     | 224 |
| 30          | 179 B Taureau   | 5.9 | 3 27      | 81      | 78  | 4 51     | 252     | 229 |

Le 2 : L'étoile  $\gamma$  Taureau coupe le disque lunaire à 0°3 du bord sud (180° en comptant vers l'est).

Le 3 :  $\gamma$  Taureau coupe le disque lunaire à 0°9 du bord sud (165° id.).

**Marées.** — Les plus grandes marées du mois ont lieu : le 13 septembre à 13 h. 46 m. à Ostende (hauteur 2<sup>m</sup>42) et à 17 h. 2 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>75); et le 27 septembre à 1 h. 1 m. à Ostende (hauteur 1<sup>m</sup>98) et à 4 h. 17 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>24).

La marée du 13 septembre atteindra une forte amplitude.

### Planètes.

Eléments des diverses planètes en septembre :

| Astre    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.      | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|---------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |                   |
| Mercure. | 11   | 7 43  | 13 6    | 18 27   | 12 41 | — 8°16' | 0.81              |
| Vénus.   | 11   | 5 10  | 11 43   | 18 24   | 11 18 | + 6 3   | 1.73              |
| Mars.    | 11   | 4 6   | 11 0    | 17 53   | 10 35 | + 10 8  | 2.64              |
|          | 21   | 4 3   | 10 44   | 17 25   | 10 59 | + 7 43  | 2.62              |
| Jupiter. | 1    | 11 1  | 15 48   | 20 35   | 14 45 | — 15 1  | 5.73              |
|          | 11   | 10 31 | 15 15   | 19 59   | 14 51 | — 15 30 | 5.87              |
|          | 21   | 10 1  | 14 43   | 19 24   | 14 58 | — 16 1  | 5.99              |
| Saturne. | 1    | 8 33  | 14 13   | 19 52   | 13 9  | — 4 50  | 10.45             |
|          | 11   | 8 0   | 13 37   | 19 15   | 13 13 | — 5 15  | 10.54             |
|          | 21   | 7 27  | 13 2    | 18 39   | 13 17 | — 5 42  | 10.62             |
| Uranus.  | 16   | 17 39 | 23 10   | 4 45    | 23 7  | — 6 33  | 19.09             |
| Neptune. | 16   | 2 10  | 9 32    | 16 54   | 9 27  | + 15 17 | 30.92             |

**MERCURE** : Visible vers le 2 septembre, époque de sa plus grande élongation orientale (27°4 à 16 h ) Conjonction inférieure avec le Soleil le 29 septembre, à 3 heures.

**VÉNUS** : Inobservable. Conjonction supérieure avec le Soleil, le 10, à 11 heures.

**MARS** : Inobservable. Sa conjonction supérieure avec le Soleil a eu lieu le 8 août. Fin du mois redevient visible le matin, à l'orient, dans la constellation du Lion.

**JUPITER** : Dans la Balance ; disparaît au crépuscule. Diamètre le 15 : 31"0.

**SATURNE** : Dans la Vierge ; disparaît au crépuscule. Diamètre le 15 : 14"2.

**URANUS** : Dans le Verseau. En opposition avec le Soleil le 9 à 7 heures. Se trouve dans la meilleure période de visibilité. Diamètre : 3"6.

**NEPTUNE** : Dans le Cancer ; devient un peu visible le matin.

### CONJONCTIONS.

Le 7, à 19 heures, Vénus en conjonction avec  $\chi$  Lion à 0° 4' N.  
 8, à 23 heures, Neptune » » la Lune à 2° 18' N.  
 10, à 3 heures, Mars » » la Lune à 1° 44' N.



|                           |                             |                     |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Le 10, à 22 heures, Vénus | en conjonction avec la Lune | à 0° 55' N.         |
| 12, à 11 heures, Mercure  | »                           | la Lune à 6° 44' S. |
| 13, à 0 heure, Saturne    | »                           | la Lune à 0° 59' S. |
| 14, à 18 heures, Jupiter  | »                           | la Lune à 40 1' S.  |
| 23, à 18 heures, Uranus   | »                           | la Lune à 0° 31' S. |
| 24, à 4 heures, Vénus     | »                           | η Vierge à 0° 4' S. |
| 26, à 5 heures, Mercure   | »                           | Vénus à 40 58' S.   |

### Phénomènes divers.

*Eclipse.* — Le 10 septembre, éclipse totale de soleil, invisible en Belgique.

Eléments de l'éclipse :

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| Commencement de l'éclipse générale à | 18 h. 14 m. 3. |
| Commencement de l'éclipse centrale,  | 19 h. 16 m. 9. |
| Eclipse centrale à midi vrai,        | 20 h. 30 m. 2. |
| Fin de l'éclipse centrale,           | 22 h. 17 m. 4. |
| Fin de l'éclipse générale,           | 23 h. 19 m. 9. |

L'éclipse sera visible dans toute l'Amérique du Nord et l'Amérique centrale, au N.O. de l'Amérique du Sud, dans une grande partie des océans Pacifique et Atlantique, ainsi que dans les régions arctiques.

La ligne de centralité s'amorce près des îles Kouriles, traverse la partie septentrionale du Pacifique, coupe le Mexique du N.O. vers le S.E. et s'évanouit à l'O. des petites Antilles. La phase totale a une durée de 3 m. 37 s.

*Satellites de Jupiter.* — Septembre 3, éclipse, réapparition du satellite I à 19 h. 7 m. 5; septembre 15, éclipse, disparition du satellite III à 19 h. 35 m. 8.

*Etoiles filantes.* — Aucun essaim important n'est à signaler. Quelques radiants secondaires se manifesteront vers les dates suivantes :

|                                      |                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Du 3 au 14 : $\alpha = 23$ h.,       | $\delta = + 3^\circ$ , près de $\beta - \gamma$ Poissons; |
| Du 15 au 20 : $\alpha = 0$ h. 40 m., | $\delta = + 35^\circ$ , près de $\beta$ Andromède;        |
| Du 15 au 22 : $\alpha = 0$ h. 20 m., | $\delta = + 11^\circ$ , près de $\gamma$ Pégase;          |
| Du 21 au 25 : $\alpha = 2$ h.,       | $\delta = + 36^\circ$ , près de $\beta$ Triangle.         |

*Variables.* — Minimum d'Algol : le 3 à 20 h. 32 m.; le 18 à 4 h. 35 m.; le 21 à 1 h. 24 m.; le 23 à 22 h. 12 m.; le 26 à 19 h. 1 m.

*Constellations.* — Le 15 septembre à 22 heures (23 heures heure d'été) :

Au zénith : Le Cygne et Céphée.

Au Nord : Cassiopée, La Petite Ourse et la Grande Ourse.

A l'Est : Persée, le Bélier, Andromède, Pégase, les Poissons.

Au Sud : Le Verseau, le Poisson austral avec Fomalhaut, le Capricorne.

A l'Ouest : Le Sagittaire, l'Aigle, Ophiuchus, Hercule, La Lyre.

La Voie Lactée s'étend du N. E. au S. O.

*Lumière zodiacale.* — On peut la rechercher le matin avant l'aurore.

G. COUTREZ.

## Notes

**Le Congrès Aéronautique International.** — Pour la première fois, le Congrès Aéronautique International s'est réuni à Londres. Ses travaux ont duré du 25 au 30 juin; ils furent présidés par S. A. R. le duc d'York, Group Captain au Royal Air Force.

Plus de quatre cents membres, représentant dix-sept nations, s'inscrivirent au Congrès. Le Gouvernement belge y avait délégué le colonel A.-E.-M. van Crombrugge, directeur de l'Aéronautique au Ministère de la Défense Nationale, le commandant Tricot, M. E. Allard, le vicomte Max Vilain XIII et le baron Albert de Dorlodot. Nous y avons aussi rencontré M<sup>me</sup> Allard, M. et M<sup>me</sup> Charbonneau, le commandant et M<sup>me</sup> Renard, M. J. Richard et son fils.

Soixante rapports furent présentés au Congrès : nous nous proposons de résumer en quelques mots ceux d'entre les rapports qui sont de nature à intéresser les lecteurs de *Ciel et Terre*.

\* \* \*

M. Gain, de l'Office national météorologique à Paris, remplaçant le colonel Delcombre, directeur de l'O. N. M., lit une communication sur l'affichage des renseignements météorologiques dans les aérodromes. Il expose comment l'O. N. M. a mis en pratique dans les aérodromes français les recommandations du Comité international météorologique au sujet des renseignements à fournir aux navigateurs aériens; il décrit une méthode très ingénieuse de représentation schématique des observations du temps, de la visibilité et de la nébulosité : chaque phénomène doit être figuré par un dessin et une couleur qui rappellent son aspect naturel ou tout au moins un signe conventionnel habituel. Après discussion de ce rapport, il est décidé de proposer au Congrès d'émettre le vœu de voir la Commission internationale de navigation aérienne établir un système d'affichage de renseignements météorologiques, système qui serait universellement recommandé.

\* \* \*

M. l'ingénieur Angström (Suède) parle du développement de l'aviation dans les pays froids et des difficultés que les vols en hiver rencontrent dans ces régions. Par de basses températures le moteur à refroidissement à air offre de grands avantages sur les moteurs à refroidissement à eau. Les perfectionnements récents apportés en Angleterre aux moteurs à refroidissement à air donnent l'espoir de voir ces moteurs atteindre une régularité de marche comparable à celle du moteur à refroidissement à eau.

Le froid augmente la viscosité de l'huile qui se congèle rapidement : il est essentiel d'utiliser, pour l'huile, des canalisations courtes et bien protégées du froid.

Le train d'atterrissage doit être adapté à la nature de la surface sur laquelle on atterrit; on peut remplacer les roues d'un avion par des skis sans modification importante du train d'atterrissage; les pilotes préfèrent, en général, des roues pour atterrir sur glace ou sur de faibles couches de neige. On n'a pas encore déterminé la charge optima par mètre carré de surface de ski : cette étude est assez délicate

par suite des variations de résistance que présente une couche de neige, selon diverses conditions atmosphériques. Un avion a décollé d'une couche de neige de 1 m. 50 d'épaisseur avec une charge de 600 kilogrammes par mètre carré de ski. L'avion idéal pour les pays froids comporterait un train d'atterrissage combiné, les roues ou les skis s'utilisant au gré du pilote.

\* \* \*

Le capitaine Marcotte discute le balisage lumineux nocturne des routes aériennes. Les phares actuellement installés sur les lignes aériennes — Paris-Londres, par exemple — sont visibles par temps clair, mais paraissent peu éclatants à côté de l'illumination des villes. Il faut constater que ces aérophares, imitation des phares maritimes, ne peuvent convenir au balisage lumineux aérien : les plus puissants, qui émettent des faisceaux tournants de manière à donner la sensation d'éclats, dirigent le maximum de leur intensité suivant un angle de relèvement déterminé une fois pour toutes et seuls les pilotes qui se trouvent par hasard dans l'axe des faisceaux reçoivent le signal dans toute son intensité. Aussitôt que le coefficient de transparence de l'air diminue, c'est-à-dire au moment où le balisage lumineux est le plus nécessaire, l'intensité des signaux lumineux s'atténue avec la distance, suivant une loi exponentielle. Il faut donc des phares extrêmement puissants pour assurer des portées utiles. La concentration des faisceaux sous l'angle le plus petit permet d'obtenir, d'une manière économique, des intensités suffisantes. On déterminera facilement, si l'on connaît les altitudes extrêmes d'évolution des aéronefs et les variations limites de la réfraction atmosphérique, entre quels angles de relèvement doit être dirigé le plus lumineux. Il faut concentrer le faisceau et le faire osciller autour d'un axe horizontal de façon à balayer tout l'angle intéressant. L'auteur du rapport a imaginé un appareil qui réalise ces conditions ; le mouvement pendulaire d'oscillation est entretenu par l'attraction régulière d'un solénoïde dans lequel le courant est lancé à l'aide d'un interrupteur à mercure solidaire du système ; le mouvement de rotation n'offre aucune difficulté : il est réalisé depuis longtemps dans les phares maritimes. Quant aux systèmes optiques, le problème peut être résolu par des lentilles de projection de Fresnel en verre taillé, ou bien par des miroirs analogues à ceux des projecteurs de guerre et de marine.

La boussole marine ne donne pas de bons résultats en aviation : ses mouvements de rotation sont rapides et, par suite de frottements et de l'inertie, l'aiguille oscille d'un angle considérable autour de sa position d'équilibre. M. Wimperis décrit les derniers perfectionnements apportés aux boussoles. Le docteur G. T. Bennet, de Cambridge, et le lieutenant Cdr. Champbell, de l'Admiralty Compass Observatory, ont conçu une boussole dite « apériodique » et désignée sous le nom de « Type 6/18 » Apériodic Compass qui remédie aux inconvénients signalés plus haut. Dans cette boussole, la tendance de l'aiguille aimantée à osciller autour de sa position d'équilibre est réduite par l'emploi de fils métalliques solidaires de l'aiguille aimantée qui provoquent un amortissement électromagnétique du système mobile. La rose des vents, fixée d'habitude sur l'aiguille, est remplacée par un cercle gradué fixé sur le couvercle de la boussole : on règle ce cercle d'après la position de l'aiguille aimantée. De minutieux essais de laboratoire ont montré que, pour obtenir de bons résultats en navigation aérienne, il n'était pas nécessaire de pousser l'amortissement de la

boussole à ce point ; l'on expérimente en ce moment, à bord d'aéronefs, 4 types de boussoles étudiées par le « Admiralty Compass Observatory » et le « Laboratoire de l'Air Ministry ».

Parlant des sextants utilisés en navigation aérienne, M. Wimperis dit que les derniers appareils utilisés sont basés sur le principe de l'astrolabe ; cet instrument fut imaginé il y a plus de huit cents ans, mais il tomba en désuétude voilà près de deux siècles. L'astrolabe utilise l'action de la gravité pour donner une verticale par rapport à laquelle on mesure la hauteur zénithale d'un corps céleste. Le sextant utilisé en marine et qui remplaça l'astrolabe mesure l'altitude des corps célestes par rapport à l'horizon de la mer. Cet instrument peut être utilisé à bord d'avions volant à moins de 1 000 pieds (300 mètres), mais à des altitudes supérieures, l'horizon marin est trop éloigné et la brume empêche même fréquemment de distinguer l'horizon. On peut, il est vrai, faire usage d'un horizon de nuages ou de brume, mais c'est là une nouvelle source d'erreurs dans les calculs, car on ne connaît pas avec exactitude l'altitude de cet horizon. On a jugé préférable d'en revenir au principe de gravitation sur lequel est basé l'astrolabe d'antan : le moyen le plus simple d'appliquer ce principe est d'employer un niveau sphérique à bulle. Le sextant étant au point, les images de l'astre et du centre de la balle doivent se superposer malgré les oscillations et les vibrations de l'avion. Il résulte d'expériences faites avec ces instruments qu'il est possible de déterminer une ligne de position avec une erreur probable (pour une moyenne de cinq ou six observations) inférieure à 5 milles par conditions favorables ; lorsque l'air est agité, les erreurs sont parfois plus grandes.

Sir R. T. Glazebrook attire l'attention du Congrès sur la nécessité d'une « standardisation des méthodes de recherche ». Il expose 5 types différents de souffleries utilisées pour les recherches aérodynamiques et pose la question : leurs résultats sont-ils comparables ? Pour y répondre, l'Aeronautical Research Committee a fait préparer un modèle réduit de dirigeable et un modèle réduit d'avion qui seront envoyés aux principaux laboratoires aérodynamiques anglais et étrangers. Les essais faits en France et en Angleterre concordent entièrement et l'on enverra prochainement ces modèles réduits aux autres pays intéressés à la question.

A la suite du rapport de sir R. T. Glazebrook, le Congrès émit le vœu que tous les laboratoires aérodynamiques établissent entre eux des relations étroites permettant la mise en commun de leurs travaux et la comparaison des résultats.

Le Congrès se termine par un banquet le samedi 30 juin.

Le colonel van Crombrugge, au nom du gouvernement belge, invite le Congrès à tenir sa prochaine séance à Bruxelles en 1925.

A. DE D.

**L'Etna.** — La montagne superbe, altière et désolée sans cesse frémissante des feux intérieurs où bouillonnent les laves qui cherchent à rompre les murs ardents de leur prison domine fièrement de ses 3 369 mètres le triangle de la Trinacrie ; du nord au sud par l'ouest ses pentes doucement incurvées, s'abaissent vers l'intérieur de la Sicile ; au contraire vers la mer d'Ionie aux côtes de laquelle vinrent aborder il y a 25 siècles les premiers colons de Naxos, la montagne s'est creusée à pic le profond abîme du Val del Bove. Le pied de ces pentes est partout noyé aujourd'hui dans une mer exubérante de verdure odorante et fleurie, où vit au milieu des vignes et des forêts d'oliviers une population heureuse de plus de trois cent mille êtres

humains. Chaque siècle, à plusieurs reprises, le géant a rompu ses flancs et les coulées de son sang ardent se sont épanchées sur les pentes, arrivant jusqu'aux villes et aux villages fleuris, y amenant l'effroi, la mort et la destruction. Puis les laves s'étant refroidies, les survivants obstinés revenaient aux lieux dévastés rebâtir leurs demeures et replanter la vigne et l'olivier dans le sol mortel et fécond ; la vie reprenait jusqu'à ce que l'oubli du passé étant survenu, de nouvelles générations surprises se trouvaient en lutte avec le géant.

C'est l'annonce d'une de ces luttes nouvelles qui nous est parvenue récemment d'Italie. Ses péripéties émouvantes ont été suivies avec un émoi auquel, pour la science, se mêle l'intérêt de l'étude des phénomènes dont la cause profonde n'a pas encore trouvé d'explication satisfaisante.

Dans la suite des siècles, l'activité volcanique de l'Etna s'est manifestée, en général, sur tout son pourtour, par la production de cônes adventifs ou de crevasses radiales d'où sont sortis les courants de lave, plutôt que par une suite d'éruptions du cratère central principal.

Le quadrant oriental, dont le sommet serait formé par ce cratère principal, a cependant toujours été la zone privilégiée des éruptions ; il forme le fameux Val del Bove où se sont ouverts les cônes volcaniques les plus nombreux et les plus serrés, envoyant leurs puissantes coulées de lave s'écouler au Sud de Taormina en falaises dans la mer Ionienne.

La région méridionale de l'Etna, qui s'étend vers Catane, a été beaucoup moins dévastée et Catane même ne peut se souvenir que de l'éruption de 1669 qui, en revanche, fut aussi celle qui donna lieu au plus puissant torrent de lave qu'ait jamais vomi le volcan. Sorti des Monti Rossi, il envahit comme un lac la plaine de Nicolosi et, divisé ensuite en trois bras, s'écoula au Sud-Est vers la mer ; l'un d'eux ravagea la ville de Catane même et détruisit le port antique ; vingt mille personnes au moins furent les victimes de cette éruption.

Actuellement, c'est vers le Nord et le Nord-Est que les phénomènes volcaniques et les cônes d'éjection se sont produits ; tous les noms de villes et villages que nous apportent les journaux sont ceux de localités situées au Nord ou à l'Est du grand sommet de l'Etna ; un fleuve ou plutôt une rivière assez importante, le Cantara, qui vient apporter ses eaux à la mer Ionienne immédiatement au Sud et sous la montagne qui porte Taormina et son admirable amphithéâtre, enserme de son cours tout le pourtour septentrional du massif de l'Etna ; c'est entre ce fleuve et le volcan au sud que se trouvent toutes les localités importantes, comme Linguaglossa, Castiglione, etc., menacées ou détruites par les courants de lave sortis de cinq cratères qui se sont, le dimanche 17 juin, brusquement ouverts sur les pentes Nord du plateau qui porte le grand cratère. Un sixième se serait formé, dit-on, dans la grande échancrure du Val del Bove et enverrait un courant de lave vers Giarre, à l'Est ; Giarre est située à peu près sur les bords de la mer, entre Taormina et Aci Reale et compte plus de trente mille habitants.

Tous ces courants de lave ont des largeurs importantes, de trois à quatre cents mètres et de cinq à dix mètres de hauteur ; ils coulent, suivant leur fluidité et leur température, avec des vitesses variant de quelques mètres à deux cents mètres à l'heure, en détruisant tout sur leur passage ; leur course est dirigée par le relief du sol et la pente du terrain ; c'est ainsi que Linguaglossa, protégée par

quelques collines, est entièrement encerclée par deux courants qui l'entourent, et qui ont forcé à la fuite ses quinze mille habitants.

L'extrême surpopulation de la région est, en fait, cause de l'importance du désastre; comme nous l'avons dit, si le massif de l'Etna et ses pentes les plus basses sont ainsi chargées de villes et de villages qui lui font une ceinture odorante de parcs et de jardins encombrés d'arbres utiles ou chargés de fleurs, c'est à l'extrême fertilité de ce sol volcanique qu'il le doit; les hommes qui l'habitent et qui s'y sont entassés estiment donc que le monstre bienfaisant dont ils vivent mérite bien qu'on lui sacrifie périodiquement quelques milliers de victimes, semblable ainsi au féroce Moloch auquel Carthage autrefois sacrifiait ses enfants.

A ceux de nos lecteurs qui voudraient connaître plus en détail la région volcanique de l'Etna, la vie et l'histoire du volcan, nous ne pourrions trop recommander la lecture de deux documents importants. Le premier est le récit d'un voyage fait en Sicile et dans la région etnéenne à l'occasion de la fameuse éruption de 1865 par Elisée Reclus, et que contient le *Tour du Monde* (1). Des cartes du volcan et de sa région géographique, ainsi que de nombreuses photographies et le style charmant de l'auteur font de la lecture de ce récit de voyage un vrai régal littéraire en même temps qu'une leçon des plus instructives dans le domaine des études volcaniques.

Le second est l'étude complète, historique et géologique que Sir Ch. Lyell a consacrée à l'Etna dans son admirable traité de géologie où il s'est fait, comme l'on sait, l'apôtre de la thèse des causes lentement modificatrices dans la morphologie de la surface terrestre (2).

Quoique situé non loin du Stromboli (îles Lipari) et du Vésuve, l'Etna ne semble relié à ces volcans par aucun lien profond de sympathie volcanique; l'histoire est là pour nous montrer que leurs éruptions respectives sont sans action réciproque.

Les grands tremblements de terre destructifs de la région méditerranéenne (faut-il rappeler celui de Messine de 1906, encore à la mémoire de tous) sont aussi sans lien avec les éruptions de l'Etna et du Vésuve. Nous sommes loin d'avoir encore élucidé les causes réelles de ces phénomènes; les théories se succèdent; les observateurs et les penseurs à la recherche de la vérité scrutent toujours avec obstination et dans un incessant labeur, le problème inquiétant. Le voile qui recouvre la statue d'Isis n'est pas encore déchiré.

E. L.

### **Le champ du rayonnement solaire et les recherches de M. A. Nodon**

— Le physicien est-il certain d'avoir, à l'heure actuelle, décelé l'ensemble complet des radiations émises par notre Soleil? Cette question, au fond, revient à se demander si les *états vibratoires de l'éther*, ayant leur origine dans notre astre central, ne sortent pas de la gamme actuellement connue de l'infra-rouge à l'ultra-violet, ou si des problèmes encore inéclaircis ne tendraient point à la prolonger vers des vibrations plus lentes ou plus rapides. Notez que notre science physique terrestre peut créer ces vibrations éthérées que le Soleil lui-même ne nous envoie pas, tout au moins jusqu'au fond de notre océan atmosphérique. Tel est le cas, par exemple, pour

---

(1) ELISÉE RECLUS, « La Sicile et l'éruption de l'Etna en 1865 », *Le Tour du Monde*, premier semestre, 1866, p. 353 et sqq.

(2) SIR CH. LYELL, *Principes de Géologie* (trad. Gineston, Paris, Garnier, 1875, t. II, p. 1 et sqq.)

toutes les ondes de l'infra rouge — que l'œil ne perçoit donc pas — dont la longueur d'onde est supérieure à environ  $200\ \mu\mu$  ( $1\ \mu$  vaut un millièmètre et  $1\ \mu\mu$  un millionième); les ondes hertziennes ou de notre télégraphie sans fil sont de cette nature-là, mais possèdent de bien plus grandes longueurs d'ondes. Celles que l'on utilise couramment aujourd'hui oscillent entre 1 et 30 kilomètres; des sources lumineuses artificielles comme le manchon Auer, par exemple, mêlent à leurs ondes visibles des ondes de plus grandes longueurs, jusqu'au tiers de millièmètre; comme le professeur Righi a créé des ondes hertziennes de 6 millièmètres, on voit que la soudure est faite vers l'infra-rouge entre les ondes rouges, que notre œil perçoit, et celles que peuvent créer de simples machines à courants alternatifs et dont la cadence se révèle aisément à notre organe auditif.

De l'autre côté du spectre solaire, dans le domaine des petites longueurs d'ondes pour lequel l'œil est également aveugle, la photographie nous a révélé des longueurs d'onde de  $30\ \mu\mu$ . Là s'arrête l'émission des vibrations éthérées solaires; mais le laboratoire humain a étendu la gamme bien au delà. Nous savons aujourd'hui que les rayons X de Röntgen sont, en fait, des vibrations de rapidité beaucoup plus grande et donc de longueurs beaucoup plus courtes, qui leur permettent le passage facile entre les molécules matérielles des corps solides.

C'est même à l'emploi d'un filtre moléculaire cristallin que l'on a dû la démonstration formelle de la nature vibratoire de ces rayons X (ou  $\gamma$ ) que leur propagation rectiligne à travers tous les milieux connus semblait assimiler aux projectiles à grandes vitesses de la théorie de l'émission.

M. A. Nodon, que nous avons eu l'honneur de posséder comme collaborateur avant la guerre mondiale, et qui n'a cessé depuis lors de poursuivre ses recherches sur les relations entre le rayonnement solaire et les phénomènes géophysiques, vient, dans différents mémoires, de chercher à montrer que le champ du rayonnement solaire s'étend dans l'ultra-violet au delà même des longueurs d'ondes acquises aux rayons X. Nous aurons prochainement l'occasion de le lui entendre dire lui-même dans *Ciel et Terre*. Signalons pour l'instant que d'après le savant bordelais, directeur de la Société astronomique Flammarion des bords de la Garonne, ces radiations nouvelles se signaleraient par deux effets principaux : la décharge des corps électrisés et la désintégration moléculaire. La radioactivité, d'après l'auteur, serait sous la dépendance de ces radiations nouvelles auxquelles il a donné le nom d'« ultra-radiations ». Le problème de la production d'énergie radioactive serait, dans cette manière de voir, résolu en suivant les anciens errements. C'est là une thèse dont nous sommes très intéressés de lui voir prochainement présenter la défense, quoique celle de la rupture d'un équilibre moléculaire instable semble bien assise aujourd'hui.

Les travaux de M. A. Nodon ont été présentés à l'Académie et insérés aux comptes rendus sous les auspices de MM. Mascart, Bigourdan et Brillouin. On en trouvera aussi l'exposé dans *La Nature*, par la plume de M. A. Nodon lui-même (1).

E. L.

---

(1) Voir les Comptes rendus du 5 août 1889, du 17 octobre 1921, du 18 avril 1922, du 27 novembre 1922, et *La Nature*, n° 2493, 14 janvier 1922; nos 2538 et 2539, 25 novembre et 2 décembre 1922.

**Radiations nouvelles.** — **MM. Reboul et Charbonneau.** Nous venons de rappeler les limites actuelles, en longueurs d'ondes, des radiations éthérées connues, en parlant des recherches récentes de M. A. Nodon. D'autres chercheurs, au moment présent, scrutent aussi ce domaine. Nous lisons, sous la plume de A. Boutaric, dans la *Revue Scientifique* (1) que W. G. Reboul paraît avoir mis en évidence l'existence de radiations de longueurs d'ondes trois cent et trois cents cinquante angströms (un angström est le dixième du  $\mu$ ), émises par des corps semi-conducteurs parcourus par le courant électrique. Ces radiations impressionnent, d'après l'auteur, la plaque photographique, provoquent la formation de l'ozone dans l'air et ont des effets photoélectriques. M. Reboul ne paraît d'ailleurs qu'être au début de ses recherches.

C'est là un domaine où la plus grande prudence scientifique s'impose. On peut remémorer à ce sujet l'extraordinaire efflorescence de radiations nouvelles qui a suivi l'apparition des rayons Röntgen, efflorescence combien éphémère! Ceci dit, bien entendu, comme réflexion générale et sans application immédiate aux travaux de M. Reboul.

Notre collaborateur, M. A. Charbonneau, dans une récente communication, nous a fait part également de curieuses expériences d'ordre électrique attribuables en première analyse à des radiations infra-rouges de grandes longueurs d'ondes. Il nous les décrira prochainement ici même et nous ne pouvons que lui en laisser la primeur. Il nous fallait cependant les citer dès aujourd'hui, en parlant de l'extension du domaine des radiations éthérées qui se manifeste actuellement sous l'action de différents chercheurs. E. L.

**Isis.** — Notre compatriote, M. G. Sarton, aujourd'hui associé de la Carnegie Institution à Cambridge, Mass. U. S. A., a créé, il y a quelques années déjà (c'était avant la funeste guerre mondiale, en 1913) une œuvre hardie et nouvelle; c'est celle d'une Revue consacrée uniquement à la philosophie ou aux aspects généraux de l'histoire de la science et de la civilisation. Nous n'avons pas manqué de l'annoncer en son temps. La haute mission que cette Revue devait remplir, la lutte fratricide des cinq années, 1914-1918, ne l'a rendue que plus belle et plus haute encore (2).

M. Léon Guinet, directeur de l'Ecole française de Bruxelles et secrétaire de la revue, nous retrace cette mission, en termes élevés et éloquents, dans un appel fait au public intellectuel en faveur d'*Isis*; nous pouvons aujourd'hui, avec joie, en joindre un exemplaire à une cinquantaine de nos Bulletins.

Dans ces temps difficiles à ceux qui ne vivent que « pour la pensée », il appartient surtout à une Société d'Astronomie de pratiquer, autant qu'elle peut, le précepte élevé de l'aide mutuelle aux œuvres de « bonne volonté ».

Que nos membres qui recevront cet appel le lisent avec la haute attention qu'il mérite et, s'ils le peuvent, qu'ils y répondent; qu'ils le fassent aussi connaître autour d'eux; leur œuvre sera utile et bonne. E. L.

---

(1) 9 décembre 1922.

(2) *Isis*, Revue internationale de l'histoire de la science et de la civilisation, est publiée chez Weissenbruch, à Bruxelles. Le tome V est en voie de publication. L'abonnement est de 50 francs annuellement.

On trouvera dans *Ciel et Terre* XXXV<sup>e</sup> année, 1913, page 77, la note que nous avons consacrée à Isis, lors de son apparition, et aussi page 1, un remarquable article biographique de M. G. Sarton sur la grande personnalité de H. Poincaré, qui fera certainement apprécier par le lecteur celle de l'auteur de l'article. E. L.



# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

### ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

#### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 >

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 >

Id. (intérieure) id. fr. 8 >

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

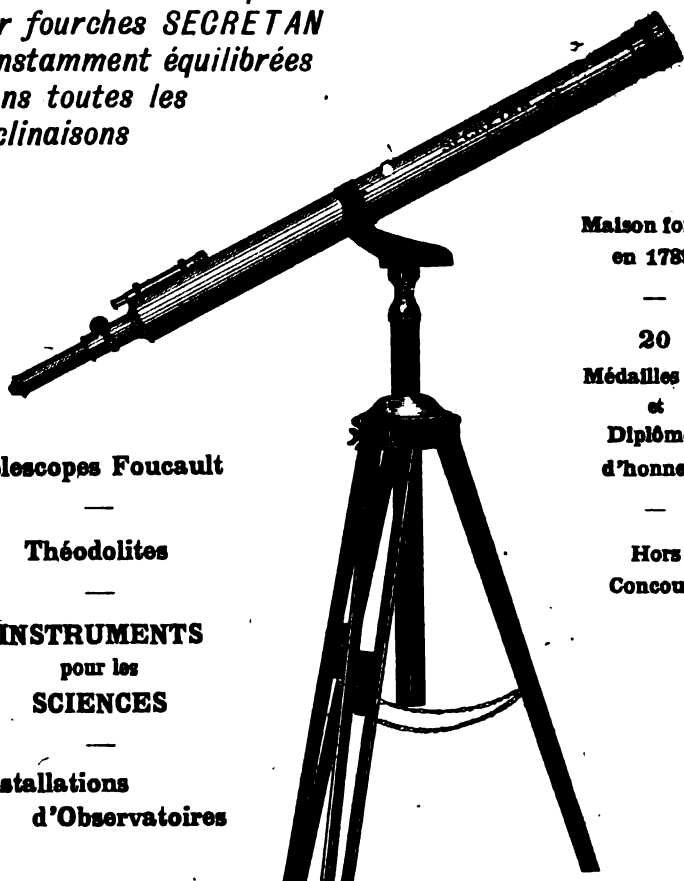
Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

# Instruments de Précision

# SECRETAN

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

—  
Hors  
Concours

Demandez le catalogue

## SECRETAN

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.



**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**  
ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



**BRUXELLES**  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                  | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Quelques remarques sur les recherches gravimétriques faites en Belgique,</i><br>par Ch. François.                                                             | 189   |
| <i>Les « Mémoires historiques » de la carte de Ferraris : L'explosion de la poudre de Malines en 1546,</i> par Albert Tiberghien.                                | 196   |
| <i>Les nébuleuses (suite),</i> par A. Boutquin.                                                                                                                  | 198   |
| <i>Les ultraradiations solaires et la radioactivité,</i> par Albert Nodon.                                                                                       | 204   |
| <i>Silhouettes d'Astronomes contemporains (suite),</i> par Aug. Collard.                                                                                         | 210   |
| <i>Ephémérides astronomiques pour octobre 1923,</i> par G. Coutrez.                                                                                              | 215   |
| <i>Notes : Notes relatives aux progrès récents de l'astronomie,</i> par M. H. — Nouvel équatorial. — Réforme du calendrier. — Personalia. — Formations lunaires. |       |
| <i>Période de X Monocerotis. — Nova dans Messier 83. — Nova Sagittarii 1917, 5. Observations de T Licorne et de ζ Gémeaux,</i> par E. D.                         | 218   |
| <i>Bibliographie,</i> par A. B.                                                                                                                                  | 221   |
| <i>Phénomènes sismiques et volcaniques au Guatemala,</i> par J. Van de Putte.                                                                                    | 33    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

**E. LAGRANGE**, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

**JAUMOTTE** (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

**P. POSKIN**, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

**A. BOUTQUIN**, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

**F. DE ROY**, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

**P.-L. DUPONT**, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

**A. DE DORLODOT**, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

**H. CHARBONNEAU**, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

**MAX HAUPTMANN**, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

**E. DELPORTE**, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

**E. M. ANTONIADI**, **ARCTOWSKY**, **DE BETHUNE**, **A. BRACKE**, **L. FREDERICQ**, **GARRIDO**, **GHEURY**, **GUILBERT**, **R. JARRY-DESLOGES**, **MARCHAND**, **MASCART**, **NAVARRO-NEUMANN**, **NODON**, **PUISEUX**, **REMY**, **F. SACCO**, **SPEE**, **UBAGHS**.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

**I. RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

**II. CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

**III. COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

**IV. RÉDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

**V. BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

## QUELQUES REMARQUES SUR LES RECHERCHES GRAVIMÉTRIQUES FAITES EN BELGIQUE

On se propose d'exposer, dans cette note, l'état actuel, en Belgique, des travaux relatifs à l'intensité de la pesanteur, les résultats que l'on peut provisoirement déduire des observations, et le programme des recherches qui restent encore à effectuer.

Si l'on consulte la carte des stations gravimétriques européennes, annexée par Borass à son rapport de 1909 (1), on constate, d'une part, l'existence en Europe centrale d'un réseau de stations très dense; la présence, d'autre part, en France et en Angleterre, de quelques stations isolées parfois anciennes. La Belgique et la Hollande possèdent, l'une et l'autre, une seule station. Comme on ne peut tirer des conclusions géologiques ou géodésiques de quelque importance de la valeur de l'intensité de la pesanteur en une station isolée, on doit reconnaître que le réseau gravimétrique de l'Europe occidentale était, à l'époque de la confection de la carte, pratiquement inexistant.

Cette lacune sera en partie comblée par la constitution du réseau gravimétrique belge qui comprendra une vingtaine de stations et qui devra être rattaché, par des observations faites à Paris et à Strasbourg, au groupe de stations où observa Defforges (2) et au réseau d'Alsace-Lorraine (3).

Les observations ont été faites à l'aide d'un appareil de von Sterneck à quatre pendules, construit par Stückrath et appartenant à l'Observatoire royal de Belgique (4). La durée d'oscillation des pendules, réduite à l'amplitude infiniment petite, au temps sidéral, à 0° centigrade, au vide et au support rigide, est donnée par :

$$T = T' - \frac{T'}{4} \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{mT'}{86400} - k\tau - \alpha D - \sigma.$$

Elle est un peu supérieure à 0.5013 seconde.

Dans cette formule  $T'$  est la durée d'oscillation expérimentale

---

(1) *Comptes rendus de la XVI<sup>e</sup> conférence de l'Association géodésique internationale* (Londres), 3<sup>e</sup> vol.

(2) *Mémorial du Dépôt de la guerre*, t. XV.

(3) *Comptes rendus de la XVII<sup>e</sup> conférence de l'Association géodésique internationale* (Hambourg) 2<sup>e</sup> vol. p. 275.

(4) Voy pour une description : CH. FRANÇOIS, « Note sur l'appareil gravimétrique de l'Observatoire royal de Belgique », *Annales de l'Observatoire*, 3<sup>e</sup> série, t. I<sup>er</sup>.

obtenue par la méthode des coïncidences;  $\theta$  est la demi-amplitude;  $m$  est la marche de l'horloge, déterminée en campagne par la réception des signaux horaires de la tour Eiffel;  $\tau$  est la température des pendules;  $k$ , le coefficient de réduction à 0° centigrade;  $D$ , la densité de l'air;  $\alpha$ , le coefficient de réduction au vide;  $\sigma$ , le terme de réduction au support rigide.

Les constantes  $\alpha$  et  $k$  ont été déterminées à l'Observatoire d'Uccle, les premières en 1920, les secondes en 1921. On a trouvé :

|            | $k. 10^7$        | $\alpha. 10^7$ |
|------------|------------------|----------------|
| Pendule 96 | $46.89 \pm 0.06$ | $714 \pm 9.1$  |
| Pendule 97 | $47.29 \pm 0.08$ | $668 \pm 7.1$  |
| Pendule 98 | $48.31 \pm 0.08$ | $668 \pm 10.5$ |
| Pendule 99 | $47.29 \pm 0.08$ | $661 \pm 9.1$  |

Les observations n'ont pas été réduites à 0° centigrade et au vide. On a préféré ramener la durée d'oscillation à  $\tau = 15^\circ$  et à  $D = 0.950$ , afin de réduire au minimum l'influence des erreurs faites sur  $k$  et  $\alpha$ .

L'appareil utilisé est un gravimètre relatif. Soient A et B deux stations pour lesquelles  $g_A$  et  $g_B$  sont les valeurs de  $g$ ,  $T_A$  et  $T_B$  les durées d'oscillation réduites d'un même pendule supposé invariable. On a la relation bien connue :

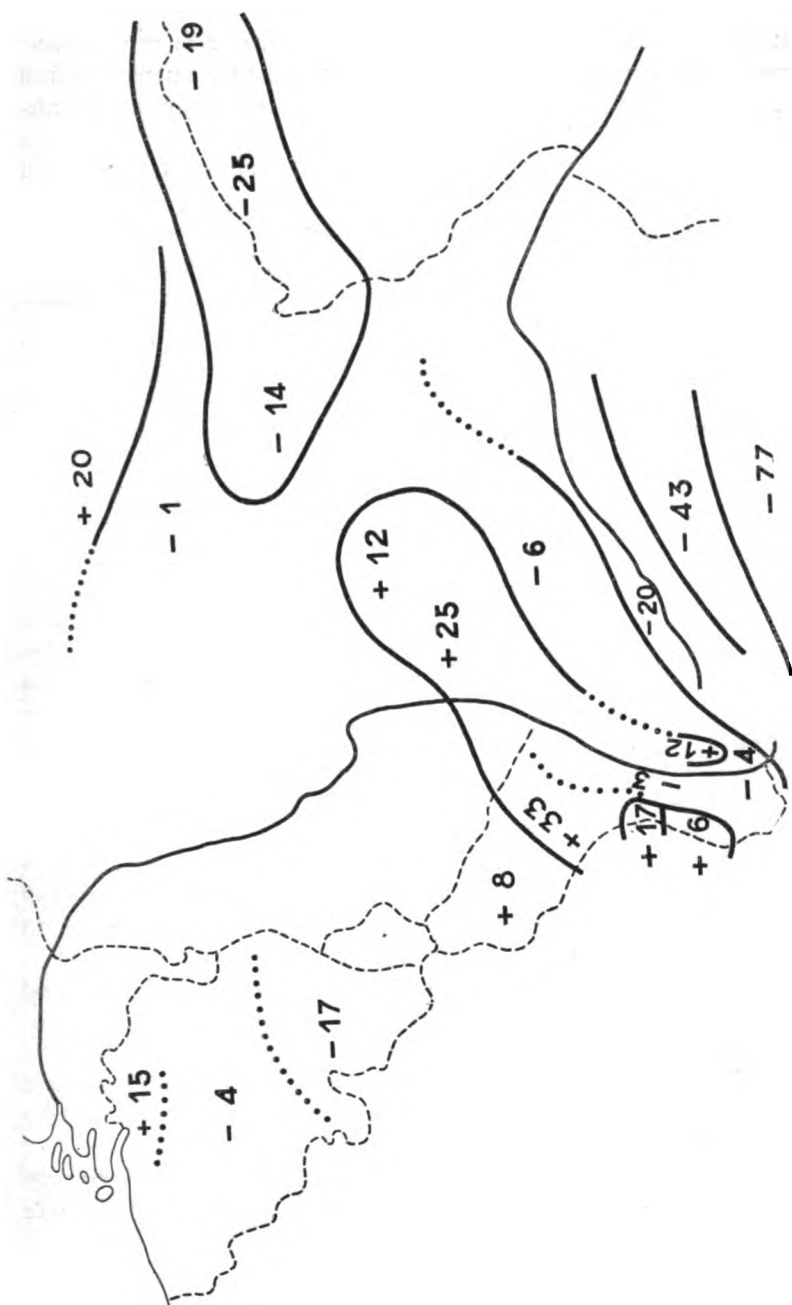
$$g_B : g_A = T_A^2 : T_B^2.$$

Dans le quotient  $T_A : T_B$  disparaissent en grande partie les erreurs faites sur  $T_A$  et  $T_B$  du chef de la courbure du couteau, du glissement et des déformations élastiques se produisant au contact de l'appareil de suspension et du plan sur lequel cet appareil repose.

L'emploi de l'appareil exige donc, d'une part, la connaissance de  $g$  en une station de base; d'autre part, que l'hypothèse faite de l'invariabilité du pendule soit sensiblement réalisée.

Cette dernière condition a été vérifiée par les pendules d'une façon très satisfaisante, comme le montrent les observations faites à Uccle au début et à la fin de chaque campagne.

La valeur de base  $g_A$ , relative à l'Observatoire d'Uccle, est celle déterminée par Defforges en 1892, à l'aide de son pendule réversible inversable. L'endroit où les observations ont été faites est suffisam-



ment rapproché de la cave gravimétrique pour que la valeur trouvée puisse être considérée comme relative à celle-ci. En partant de la valeur  $g = 981.000$  relative à Paris, Defforges a trouvé pour Uccle :  $g = 981,169$ .

Pour réduire ces valeurs au système de Potsdam, il faut leur appliquer la correction de  $-0.057$  trouvée par Borass. On a donc :

$$\text{Paris : } g = 980.943 \text{ et Uccle : } g = 981.112.$$

J'ai des raisons de croire que le coefficient trouvé par Borass pour la réduction des observations de Defforges au système de Potsdam est un peu trop fort. Au surplus, la liaison avec Paris ne paraît pas s'être faite avec toute la précision qu'exige le raccordement des réseaux nationaux. Il est donc désirable qu'une liaison nouvelle soit établie entre Uccle et Paris, ainsi qu'entre Uccle et Strasbourg, cette dernière liaison ayant surtout pour but de vérifier le terme de réduction de Borass et de faciliter la comparaison directe des observations faites en Belgique, avec celles effectuées en Alsace-Lorraine.

A l'heure actuelle, l'intensité a été mesurée en 8 stations. Celles-ci sont, dans l'ordre chronologique : Uccle, Gand, Anvers, Liège, Stavelot, Namur, Couvin, Dinant (1). Les valeurs de  $g$  trouvées ont été réduites au niveau de la mer par la formule de réduction à l'air libre (méthode de Faye), et par la formule de Bouguer. On a donc calculé les paramètres :

$$g_0 = g + 10^{-7} 3086 H \text{ (en m.)}$$

$$g_0'' = g_0 + \frac{3}{4} \frac{\odot}{\odot_m} (g - g_0) + \text{réd. topographique.}$$

Dans cette dernière formule,  $\odot_m$  est la densité moyenne de la Terre, soit 5,52;  $\odot$  est la densité du sol autour de la station. Nous avons pris  $\odot = 2,1$  pour Uccle, Gand et Anvers, et  $\odot = 2,5$  pour les autres stations, situées sur le massif primaire. La réduction topographique est nulle pour toutes les stations, sauf pour Dinant, où elle vaut sensiblement  $+0.003$ .

On a ensuite comparé ces résultats à ceux que l'on obtient en partant de la formule de Helmert (1901), réduite au système de Potsdam :

$$\gamma_0 = 978.030 (1 + 0.005302 \sin^2 \varphi - 0.000007 \sin^2 2 \varphi).$$

---

(1) CH. FRANÇOIS, « Recherches sur l'intensité de la pesanteur en Belgique. — Observations effectuées en 1921-1922 », *Annales de l'Observatoire Royal*, 3<sup>e</sup> série, t. 1<sup>er</sup>, 1923.



D'où le tableau :

| Localités | $g$     | $g_0$   | $g_0''$ | $\gamma_0$ | $g_0 - \gamma_0$ | $g_0'' - \gamma_0$ |
|-----------|---------|---------|---------|------------|------------------|--------------------|
| Uccle     | 981.112 | 981.143 | 981.133 | 981.137    | +0.006           | —0.004             |
| Gand      | 981.145 | 981.148 | 981.147 | 981.159    | —0.011           | —0.012             |
| Anvers    | 981.189 | 981.191 | 981.190 | 981.175    | +0.016           | +0.015             |
| Liège     | 981.092 | 981.113 | 981.106 | 981.124    | —0.011           | —0.018             |
| Stavelot  | 981.023 | 981.117 | 981.085 | 981.102    | +0.015           | —0.017             |
| Namur     | 981.090 | 981.116 | 981.107 | 981.107    | +0.009           | 0                  |
| Couvin    | 981.018 | 981.077 | 981.057 | 981.071    | +0.006           | —0.014             |
| Dinant    | 981.048 | 981.076 | 981.070 | 981.090    | —0.014           | —0.020             |

Helmert a établi que la différence  $g_0'' - \gamma_0$  en un point P du géoïde est liée par la formule  $g_0'' - \gamma_0 = \frac{3}{2} \frac{\gamma_0}{R} \left( \frac{\delta}{\sigma_m} - N \right)$  à la hauteur N du géoïde au-dessus du sphéroïde normal et à la densité  $\delta$  en P d'une couche perturbatrice fictive condensée sur le géoïde et dont l'action est la même que celle des masses intérieures de la terre qui produisent l'anomalie ; dans cette formule, R est le rayon terrestre moyen. Le terme N étant très sensiblement constant dans toute la partie de l'Europe que nous envisageons, les différences d'anomalie fourniront une indication sur la manière dont varie la densité dans la couche perturbatrice équivalente. Mais nous obtiendrons en même temps une bonne première approximation de la réalité, à cause du caractère strictement local des anomalies.

Ceci posé, et sous réserve des modifications que les observations ultérieures pourront apporter à cette manière de voir, nous pouvons, en Belgique, distinguer trois zones.

Une première zone contient Liège, Stavelot, Dinant et Couvin. L'anomalie y atteint une valeur moyenne de — 0.017. En tenant compte d'une valeur du même ordre trouvée à Mannheim, on peut admettre que cette zone correspond en gros au massif ardenno-rhénan, c'est-à-dire à un horst hercynien ayant joué le rôle d'aire de surélévation pendant la durée de presque toutes les périodes géologiques.

Les stations d'Uccle, Namur et Gand déterminent une seconde zone que l'on pourrait appeler zone calédonienne, car le soubassement

primaire y est constitué par un lambeau de la chaîne calédonienne. A Uccle, le toit du cambrien est à une profondeur de 50 mètres environ, c'est-à-dire qu'il est au-dessus du géoïde. A Gand, par contre, le toit du cambrien a été rencontré, dans un sondage, à 200 mètres en dessous du niveau de la mer. En tenant compte de ce fait, un calcul très simple montre que l'on peut expliquer la valeur de l'anomalie à Gand, en admettant que les conditions d'équilibre sous le massif calédonien sont les mêmes à Gand qu'à Uccle, mais que le déficit de pesanteur a été provoqué par la substitution, jusqu'à une profondeur de 200 mètres environ, de sédiments meubles tertiaires et crétacés, de densité 2,1 en moyenne, aux roches lourdes du cambrien.

La valeur de l'anomalie trouvée à Namur conduit à placer cette station dans la seconde zone, bien qu'elle appartienne, comme Liège, au grand synclinal houiller. Tout en tenant compte des grands charriages, il semble bien que la largeur de ce synclinal passait par un minimum au méridien de Namur, et la présence au sud de cette ville, de la crête silurienne du Condroz, semble indiquer l'existence dans cette direction d'un promontoire calédonien. Dans cette hypothèse qui, je le reconnais, peut être discutée, le synclinal n'aurait pas, en cet endroit, subi l'approfondissement graduel et en quelque sorte isostatique qui caractérise les régions géosynclinales et les conditions d'équilibre auraient été en profondeur, sous le massif ancien immergé, les mêmes que dans la région anticlinale du Brabant.

Nous plaçons Anvers dans la troisième zone; mais cette station n'est pas isolée. On a en effet trouvé des anomalies du même ordre dans le centre de l'Angleterre, à Leyde et dans l'Allemagne du Nord. Cette zone correspond à une vaste aire d'ennoyage, ayant en certaines parties, où les sédiments récents atteignent une épaisseur énorme, une allure géosynclinale et morcelée en plusieurs endroits par un système compliqué de failles verticales.

Tels sont les résultats généraux que l'on peut déduire des observations déjà faites. Les déterminations de l'intensité de la pesanteur aux stations prévues dans le programme des recherches permettront de les préciser davantage et de mieux spécifier les limites des zones (1).

Comme l'indique la carte, la troisième zone se prolonge dans l'Allemagne du Nord. Chose à noter, elle englobe le massif du Harz.

---

(1) Les stations prévues sont : Ostende, Courtrai, Mons, Turnhout, Maeseyck, Tirlemont, Marche, Bastogne, Neufchâteau, Virton, Arlon, Luxembourg.

Elle est limitée au sud par une bande étroite à anomalies faibles et négatives, que borde une zone à anomalies négatives et relativement fortes. Cette dernière zone coïncide avec un tronçon de la chaîne hercynienne, s'étendant de la Thüringer Wald à l'Ouest, au massif du Schneekoppe à l'Est, et qui est venu se mouler contre le massif ancien de la Bohême. On retrouve donc dans cette région la même alternance qu'en Belgique.

Si, partant de l'Ardenne, on se dirige vers le Sud-Est, on rencontre dans la Lorraine occidentale une zone à anomalies positives et relativement faibles ; une zone à anomalies positives et fortes lui fait suite et se prolonge sur la rive droite du Rhin. Ici, encore, nous avons affaire à une aire d'ennoyage, ayant joué ce rôle dès la période triasique. Les sédiments de cet âge ont un caractère néritique au Nord-Ouest de la Lorraine ; au Sud-Est, ils ont un caractère bathyal. Les deux zones que nous avons distinguées correspondent sensiblement à ces deux régions de faciès différents.

L'effondrement de la vallée du Rhin et la surrection des Vosges et de la Forêt Noire ont été produits par le plissement alpin. Ces phénomènes se manifestent dans la carte par une diminution de l'anomalie positive dans le cas des massifs hercyniens, et par l'apparition d'une zone à anomalies négatives et très faibles dans la région effondrée. Celle-ci présente donc en profondeur des caractères entièrement différents de ceux d'une aire d'ennoyage.

La dernière zone se rattache par le Nord de la Suisse et par le champ d'affaissement de Souabe et de Franconie à la zone à anomalies faibles et négatives dont nous avons montré l'existence au Nord de la Bohême. Plus au Sud commence la région plissée avec son déficit habituel de pesanteur.

Les résultats qui précèdent, bien que très incomplets, laissent deviner l'existence dans l'Europe hercynienne d'une sorte de compensation isostatique, de caractère régional. Mais il semble bien que la théorie américaine qui, appliquée aux régions récemment plissées, a fourni des résultats très satisfaisants, devra subir des modifications profondes lorsqu'il s'agira de l'appliquer aux régions qui ont été soumises à des mouvements épirogéniques.

CH. FRANÇOIS.

**Note complémentaire.** — Cette notice était déjà rédigée quand j'ai appris, par une communication de M. Maury, l'existence, en Hollande, d'un important réseau gravimétrique. D'après les rensei-

gnements qu'a eu l'obligeance de me fournir M. Muller, professeur à l'Université d'Utrecht, ce réseau comprend 51 stations, dont 15 sont des stations astronomiques où la déviation de la verticale est connue. La station fondamentale se trouve à l'Observatoire de De Bilt; cette station a été, à deux reprises, rattachée à Potsdam, en 1913 et en 1921. Les résultats des observations seront prochainement publiés. M. Muller a bien voulu prendre l'initiative d'une jonction De Bilt-Uccle. Son projet a reçu l'adhésion de la Commission géodésique néerlandaise et du Comité belge de géodésie et de géophysique. L'opération sera exécutée par M. Vening Meinesz, qui a effectué, avec beaucoup de talent, les travaux gravimétriques dans les Pays-Bas.

---

CH. F.

### **LES « MÉMOIRES HISTORIQUES » DE LA CARTE DE FERRARIS : L'EXPLOSION DE LA POUDRIÈRE DE MALINES EN 1546.**

La grande guerre a valu un regain d'intérêt à divers problèmes ayant trait à l'acoustique, notamment à la propagation des ondes sonores et à la distance à laquelle elles sont encore perçues par notre oreille; les « zones de silence » sont à l'ordre du jour, et l'on sait que des expériences ont été instituées, tout récemment, en Hollande, pour tenter de les expliquer (1).

Il semble bien que les bruits naturels qui se propagent le plus loin — en restant perceptibles pour l'homme — sont ceux qui accompagnent les éruptions volcaniques et les tremblements de terre; quant aux secousses elles-mêmes, elles sont ressenties à des distances infiniment plus considérables que le son.

Parmi les phénomènes artificiels — produits par l'homme — qui comportent à la fois un ébranlement mécanique du sol et un bruit capable d'être entendu très loin, deux seulement sont comparables, dans une certaine mesure, aux phénomènes naturels : les décharges d'artillerie et les explosions.

« Les explosions les plus terribles de nos poudrières, comme celle de La Corogne, par exemple, parviennent à peine, constate J.-C. Houzeau (2), à faire trembler le sol d'un canton. »

---

(1) A Oldebroek (Gueldre), en octobre 1922.

(2) *L'étude de la nature, ses charmes, ses dangers*, p. 223.

Les « Mémoires historiques » qui accompagnent la « Carte de cabinet » de Jos. de Ferraris (1), fournissent un exemple peu connu d'une explosion, se rapportant au XVI<sup>e</sup> siècle. Nous avons estimé qu'il pouvait être intéressant de signaler ici le cas, parce qu'il nous donne des précisions sur les faits observés.

On sait que les vingt *Mémoires historiques, chronologiques et économiques sur les... feuilles... de la carte de cabinet des Pays-Bas Autrichiens*, formant douze volumes de texte manuscrit, constituent une manière de commentaire des 275 feuilles de cette carte à grande échelle. Chaque « mémoire » nous donne une « description du lieu principal où entrent les événemens les plus remarquables, les objets faisant monument et époque dans l'histoire, une dissertation sur la situation locale, la nature du sol, son produit en différens genres ou espèces, et l'amélioration dont ce sol est susceptible; sur le commerce du pays; un dénombrement des moulins, des usines, des carrières, des mines, etc.; le nom des rivières et des ruisseaux avec leur cours; le nombre des ponts et des gués, et enfin des observations militaires pour les campemens et cantonnemens. »

Le mémoire concernant la Feuille A<sup>1</sup> (Malines) relate comme suit (p. 4-5) la terrible explosion qui désola la ville de Malines en 1546 :

« Cette ville — dit le texte du mémoire — a essuyé plusieurs malheurs, notamment le 7 août 1546. La foudre étant tombée sur une tour près de la porte du Sablon qui, depuis lors, n'existe plus, le feu prit à plus de 200 quintaux de poudre et bouleversa entièrement la ville. Il y eut plus de 300 maisons de brûlées et presque toutes les autres s'en ressentirent; les fossés des remparts se trouvèrent desséchés et le bruit a été si grand qu'on l'entendit de Bruxelles et d'Anvers, où l'on sentit aussi une furieuse secousse. »

Ainsi, non seulement le choc aurait été senti, mais le son lui-même aurait été perçu également, à une distance de 25 kilomètres environ au nord et au sud de son point d'origine.

ALBERT TIBERGHEN.

---

(1) Voir *Ciel et Terre*, 1923, p. 46 : « La carte des Pays-Bas de Jos. de Ferraris » (1777).

## LES NÉBULEUSES

(Suite.)

MOUVEMENT PROPRE DES ÉTOILES ET DES NÉBULEUSES. — Jusqu'au cours du XVIII<sup>e</sup> siècle de notre ère, les étoiles ont été considérées comme des astres *fixes*. Par suite de leurs énormes distances de la Terre, leurs déplacements *réels* ne se traduisent sur la sphère céleste que par des déplacements *angulaires* extrêmement faibles. Des observations et des mesures précises, rigoureuses, faites à de longs intervalles pour une même étoile, ou un même groupe d'étoiles, permettent seules de les constater.

C'est à cause de l'insignifiance *apparente* de ces mouvements, qu'ils ont échappé si longtemps à l'attention des astronomes. En réalité, leur valeur est considérable et, contrairement à ce que l'on pouvait croire d'abord, ce sont les étoiles les plus éloignées de nous, à faible éclat, pour lesquelles le mouvement propre a été reconnu, en général, le plus grand; celui-ci semble être fonction de leur constitution chimique.

Le nombre d'étoiles pour lesquelles cette valeur a pu être déterminée n'a cessé d'augmenter à mesure que les méthodes et les moyens d'observation ont progressé. On peut dire, sans grand risque de se tromper, que toutes les étoiles et toutes les nébuleuses ont leur mouvement *propre*, comme on a pu le constater pour les autres corps célestes plus rapprochés de nous. Leurs déplacements, déduits des observations, ne peuvent être attribués à des illusions d'optique.

On détermine le mouvement *propre réel* des étoiles et des nébuleuses, en combinant leur *vitesse tangentielle* avec leur *vitesse radiale*.

Par vitesse tangentielle (ou mouvement tangentiel), on entend le déplacement *apparent* de l'astre sur la voûte céleste, dans le sens *perpendiculaire à la ligne de visée*, en d'autres termes *perpendiculaire au rayon visuel de l'observateur*.

Il se mesure en *arc*, donc en *unité d'angle*. Cet arc est généralement petit. Sa plus grande valeur reconnue, jusque maintenant, est attribuée à une petite étoile de l'hémisphère austral. *Elle atteint en une année 9 secondes d'arc, soit environ 15 minutes d'arc en un*

*siècle, ou approximativement la moitié du disque apparent du Soleil ou de la Lune* (1).

L'évaluation du mouvement tangentiel en kilomètres n'est possible que si l'on connaît la distance du corps céleste considéré. Déplacement tangentiel *annuel* de quelques étoiles : 61<sup>e</sup> Cygne 5"2;  $\alpha$  Centaure 3"7;  $\alpha$  Bouvier (Arcturus) 2"3;  $\alpha$  Petit-Chien (Procyon) 1"3;  $\alpha$  Grand-Chien (Sirius) 1"3.

La *vitesse radiale* (ou déplacement radial) est le mouvement de l'astre dans le sens de la ligne de visée, ou, en d'autres termes, du rayon visuel de l'observateur. Cette évaluation est devenue relativement facile, grâce à l'astrospectrographie et par l'application de la méthode Döpler-Fizeau.

Pour les étoiles les plus brillantes, on est parvenu, de nos jours, à estimer la vitesse de ce mouvement relatif, à *environ un quart de kilomètre près*, dans le sens du rapprochement ou de l'éloignement de la Terre. Ce résultat merveilleux est obtenu, quelle que soit la distance à laquelle l'astre se trouve de nous, pour autant que la plaque photographique soit impressionnée convenablement par son spectre. La moyenne approximative de la vitesse radiale des étoiles est estimée de 16 à 20 kilomètres par seconde.

Pour ce qui concerne les nébuleuses, la détermination de leur vitesse radiale est relativement plus facile que pour les étoiles, parce que, tout en étant moins lumineuses que celles-ci, leur spectre n'accuse que quelques traits ou lignes brillantes et fines, ce qui permet de larges dispersions pour l'étude, alors que, au contraire, la lumière des étoiles s'étale en un spectre continu de certaine étendue qui se prête moins bien à ce procédé.

Enfin, la vitesse radiale des nébuleuses est mieux connue que leurs mouvements propres sur la voûte céleste. En 1890, on estimait qu'elle était à peu près du même ordre de grandeur que celle des étoiles. D'après les résultats des recherches effectuées depuis une vingtaine d'années, la vitesse radiale d'un grand nombre de nébuleuses serait beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait pensé d'abord, et atteindrait plusieurs centaines de kilomètres par seconde, voire même 1 000 à 1 500 kilomètres pour certaines. Mais ces nombres compor-

---

(1) Détermination de l'éminent astronome hollandais Kapteyn (1841-1922), faite en 1897.

tent quelques réserves. La question sera reprise dans la suite de notre étude.

En quoi consiste la méthode Döppler-Fizeau, qui, par l'emploi de l'astrospectrographie, permet d'obtenir des résultats aussi prodigieux?

Deux principes sont en jeu (1). Le premier, énoncé par le physicien autrichien Döppler (1803-1853) est basé sur l'influence du mouvement relatif d'une source sonore, ou lumineuse, sur le son ou la lumière perçus par un observateur. On sait que la hauteur du son dépend du nombre d'ondulations; si celui-ci est élevé, le son est aigu; ce dernier est grave dans le cas contraire. Quand on se rapproche d'une source sonore, c'est-à-dire quand on marche à la rencontre des ondes émises, le nombre d'ondulations perçues en une seconde sera plus grand et, par ce fait, le son paraîtra plus aigu que lorsqu'on s'éloigne de la source. Il en est encore ainsi lorsque l'observateur reste fixe et que la source sonore se déplace par rapport à lui. La question de hauteur du son entendu est donc essentiellement relative, quand la source sonore et l'observateur sont en mouvement, l'un par rapport à l'autre.

Un physicien hollandais, M. Buys-Ballot, soumit le principe de Döppler à une vérification expérimentale en 1884. Il plaça des musiciens, munis de bugles ou de clairons, et des observateurs, sur une locomotive dont la vitesse, de 5 à 20 mètres par seconde, était contrôlée. D'autres musiciens et des observateurs se trouvaient postés le long de la voie ferrée entre Utrecht et Maarsen. On put ainsi estimer la hauteur du son dans les différents cas, et s'assurer de l'exactitude du principe en ce qui concerne les ondes sonores.

Döppler avait étendu sa théorie aux ondes lumineuses : quand on s'éloigne d'une source lumineuse blanche, la gamme des couleurs spectrales doit, d'après lui, passer du violet au rouge, ce qui correspond à celle des sons, de l'aigu au grave. Inversement, en se rapprochant de la source lumineuse, la lumière deviendrait plus violette. Les mêmes phénomènes devaient se produire lorsque la source lumineuse se déplace par rapport à l'observateur. L'application aux ondes lumineuses du principe de Döppler fut combattue, avec raison, par Buys-Ballot. Un changement de vitesse de l'observateur ou de la

---

(1) Voy. l'intéressante notice de M. Cornu, membre du Bureau des Longitudes, « Sur la méthode Döppler-Fizeau », *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1891.



source de lumière ne peut modifier, de façon saisissable, la couleur des radiations simples composant la lumière d'un astre.

Le physicien français Fizeau publia, en 1848, un Mémoire dans lequel étaient exposés les effets du mouvement sur le ton des vibrations sonores et sur la longueur d'onde des rayons lumineux. Il est d'accord avec Döppler sur le premier point — ondes sonores — et il fournit même un appareil de démonstration du principe; mais il franchit « le grand pas qui sépare l'assimilation vague de la lumière avec le son et l'indication précise du phénomène auquel correspond le mouvement de la source ».

« Un mouvement très rapide et comparable à la vitesse de la lumière, attribué au corps lumineux ou à l'observateur, aura pour effet d'altérer la longueur d'ondulation de tous les rayons simples qui composent la lumière reçue dans la direction du mouvement. Cette longueur sera augmentée ou diminuée suivant le sens du mouvement. Considéré dans le spectre, cet effet se traduira par un déplacement des raies correspondant au changement de la longueur d'ondulation. »

Telle est la nouvelle méthode qui n'a plus été modifiée quant aux principes. « Au lieu de ces variations, inadmissibles à tous les points de vue, d'intensité ou de couleur invoquées par Döppler, c'est un changement apparent de réfrangibilité, un déplacement de raies dans le spectre qu'on doit observer, phénomène net, mesurable avec la plus grande précision. Et ce déplacement est loin d'être négligeable; les astronomes en mesurent couramment de bien plus petites encore (1). »

Mais les ressources de l'analyse spectrale n'étaient pas encore assez connues, ou appréciées, à l'époque où Fizeau établit son principe. Des années s'écoulèrent et ce fut seulement après les expériences de Bunsen et de Kirchhoff, vers 1860, que l'on commença à recourir plus sérieusement à l'analyse spectrale comme moyen d'investigation. En 1868, Huggins et Maxwell, en Angleterre, s'aperçurent des déplacements des raies de certains spectres. Sans connaître le travail de Fizeau, Maxwell donna à son tour la formule de ces déplacements. Huggins parvint ainsi à interpréter la déviation de la raie F, de l'hydrogène, dans l'étoile Sirius, laquelle fut attribuée à un mouvement de cet astre.

Nous devons nous en tenir à l'énoncé des principes de la méthode. La manière de l'appliquer a subi des modifications et varie d'ailleurs.

---

(1) CORNU, Note citée.

Dans tous les procédés, il est nécessaire de se reporter à un spectre de repère ou de comparaison. Si, dans le spectre de l'astre considéré, le rapport de position de raies déterminées n'est pas identique à celui des mêmes raies du spectre de comparaison, c'est que cet astre est en mouvement par rapport à nous. Il se rapproche de la Terre si la raie envisagée, disons par exemple la raie F de l'hydrogène, dévie vers la zone *violette* du spectre. Par suite de ce rapprochement, la longueur des vibrations, ou ondes, diminue et leur nombre augmente. Rappelons ce que nous avons dit précédemment : la longueur des ondes diminue et leur nombre augmente à mesure qu'on avance vers la partie violette du spectre solaire. Si, au contraire, l'astre s'éloigne de la Terre, la raie envisagée, dévie vers la zone *rouge* parce que la longueur des ondes augmente et leur nombre diminue.

La vitesse de ce déplacement se calcule en fonction de la vitesse de la lumière et des longueurs d'onde de la raie envisagée correspondant aux deux positions (dans l'astre et dans le spectre de comparaison). Exemple : d'après Angström, la longueur d'onde normale (spectre solaire) de la raie F de l'hydrogène est de 4861 Unités Angström (U. A.), soit  $\frac{4861}{10\,000\,000}$  d'un millimètre. Si le spectre de l'astre observé nous montre que la raie F correspondante a une longueur d'onde moindre de 4 unités Angström, la réduction de longueur de la raie sera de sa  $\frac{4}{4861^e}$  partie ou  $\frac{1}{1\,215^e}$  partie. Or, la longueur de chaque onde émise par la raie F étant diminuée de cette quantité, c'est que la source de lumière qui l'émet (donc l'astre considéré) se rapproche de la Terre avec une vitesse égale à  $\frac{1}{1\,215^e}$  de la vitesse de la lumière.

Celle-ci étant de 300 000 kilomètres à la seconde, cette vitesse sera de  $\frac{1 \times 300\,000 \text{ km.}}{1\,215} = 246$  kilomètres environ par seconde. Si la longueur de la raie F considérée n'était que de 1 U. A. moindre que la longueur normale, la vitesse de rapprochement vers la Terre serait  $\frac{1 \times 300\,000 \text{ km.}}{4861} = 69,75$  kilomètres par seconde.

On fait précéder l'indication de la vitesse radiale du signe positif (+) lorsque l'astre s'éloigne de nous, et du signe négatif (—) lorsqu'il se rapproche.

Je crois inutile de m'étendre davantage sur l'application de la

méthode, dont il sera fréquemment question dans la suite. Ajoutons, cependant, que, jusqu'en 1888, les résultats obtenus furent souvent contradictoires. Non seulement il n'y avait pas concordance entre les nombres cités par les différents observateurs — les différences étaient parfois de 50 à 60 kilomètres par seconde — mais on n'était pas même certain de la direction du mouvement (éloignement ou rapprochement de l'astre). Par l'emploi de la photographie, à partir de 1888, on parvint à des résultats plus concordants et plus précis. Elle a permis d'étaler (dispenser) davantage les spectres, en augmentant le temps de pose, ce qui en a facilité l'examen.

Enfin, faut-il tenir compte, dans l'appréciation des données recueillies par application du principe Döppler-Fizeau, de phénomènes qui relèvent de la théorie de la relativité d'Enstein, comme le pensent maintenant certains physiciens?

Le déplacement apparent des raies est produit, d'une part, par les mouvements de l'astre considéré, d'autre part par les changements de position de l'observateur, ces derniers étant dus aux déplacements continuels du globe terrestre. On peut s'en tenir aux deux mouvements de la Terre les plus directement mesurables : sa rotation autour de son axe, et sa révolution autour du Soleil.

D'après la théorie d'Einstein, l'action du champ de gravitation dû au Soleil doit provoquer un déplacement vers le rouge des raies du spectre solaire par rapport à celles des sources terrestres (1).

Cette déviation, d'après la dite théorie, doit se produire parce que la durée d'une vibration d'un atome paraît plus grande pour un observateur placé sur le Soleil, que cette même durée pour un observateur qui se trouve sur la Terre.

Des expériences semblent avoir confirmé l'exactitude de cette assertion, mais l'accord est loin d'être établi, et il convient d'attendre des preuves expérimentales ultérieures. Nous ajouterons que même si celles-ci sont favorables à la thèse einsteinienne, encore restera-t-il à démontrer, de manière probante, s'il y a bien réellement lieu, et dans quelle mesure, de les faire entrer en jeu lorsqu'il s'agit de la détermination des vitesses radiales des étoiles et des nébuleuses réalisée par la méthode Döppler-Fizeau.

(A suivre.)

A. BOUTQUIN.

---

(1) Voir la notice de M. Em. Picard : « La théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie », *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1922.

## LES ULTRARADIATIONS SOLAIRES ET LA RADIOACTIVITÉ

Le Soleil, foyer de toute énergie, envoie constamment à la surface de notre planète des radiations dont les vitesses vibratoires s'étendent depuis l'unité jusqu'à une limite supérieure indéterminée. Les radiations les plus longues (et les plus lentes) sont les ondes électromagnétiques, dont les longueurs d'ondes atteignent des milliers de mètres, tandis que les ondes les plus courtes sont les rayons  $\gamma$ . Au delà des rayons  $\gamma$ , dont les ondes les plus courtes ont une longueur de l'ordre  $10^{-11}$  centimètre, il existe des radiations plus courtes encore, dont on commence seulement à soupçonner l'existence, et auxquelles on a donné le nom d'*ultraradiations*.

Des résultats récents tendent à prouver que les ultraradiations renferment probablement une série croissante de radiations extrêmement rapides, dont les vitesses vibratoires augmentent progressivement depuis celle des rayons  $\gamma$  jusqu'à une limite supérieure inconnue.

L'atmosphère terrestre, et peut-être aussi l'atmosphère coronale du Soleil, paraissent exercer une absorption variable sur les diverses radiations.

Les couches supérieures de l'atmosphère terrestre, qui sont conductrices, arrêtent les ondes électromagnétiques; les ondes calorifiques et lumineuses subissent également une absorption partielle dans leur passage à travers l'enveloppe atmosphérique. Les radiations ultraviolettes disparaissent sous l'action absorbante de l'ozone et des vapeurs ammoniacales que renferme l'atmosphère. Les rayons X et  $\gamma$ , qui ne sont en réalité que des rayons per-ultraviolets, sont également entièrement arrêtés dans l'atmosphère supérieure; nous ignorons, du reste, la cause de cette absorption.

Il est fort heureux pour nous que ces radiations de longueurs d'ondes comprises entre  $6000.30^{-8}$  et  $10^{-11}$  centimètres, ne parviennent pas jusqu'à la surface du sol, car leur action particulièrement nocive, amènerait aussitôt la destruction de toute vie terrestre.

Il semble que les causes précédentes, qui provoquent l'absorption des ondes énergétiques dont la longueur est plus courte que celle des radiations lumineuses, cessent de se manifester à l'égard des ondes beaucoup plus courtes encore, telles que les ultraradiations, dont l'action au lieu d'être nocive et destructrice telle que celle des X et  $\gamma$ , est peut-être au contraire, favorable à la vie biologique.

Les ultraradiations étaient restées à peu près ignorées jusqu'à ces derniers temps car elles ne sont pas susceptibles d'affecter directement nos sens. Mais il se pourrait peut-être que leur présence fût perçue par certains animaux doués de sens particuliers et que cette perception ne soit pas étrangère au sens directeur des oiseaux et des insectes !

Il semble résulter de recherches récentes, que les ultraradiations, tout au moins celles dont les vitesses vibratoires sont les moins grandes, paraissent être la cause des phénomènes de *désintégration* atomique et de la *radioactivité* de la matière. Rappelons à ce propos, que les phénomènes *actinoélectriques* qui sont à la base des plus récentes découvertes de la science moderne, telles que les rayons X, la radioactivité, la désintégration de l'atome, découvertes qui ont amené une transformation complète dans nos idées sur la constitution de la matière, ont été faites en France à la Sorbonne, en 1885, puis étudiées en 1886 au Collège de France.

Ce ne fut que deux ans plus tard, en l'année 1887, que la découverte des phénomènes actinoélectriques fut inexactement attribuée au savant allemand HERTZ. (*Annales de Wiedemann*, t. XXXI, p. 933.)

Les effets de désintégration que provoquent les radiations solaires sur la matière sont du reste complexes. Les radiations les plus courtes, en particulier les rayons violets, provoquent les premiers effets d'ionisation et de désintégration superficielles que l'on observe principalement sur les métaux. Les radiations ultraviolettes plus rapides, ont une action ionisante sensiblement plus énergique. On les met en évidence au moyen de sources artificielles puissantes, riches en rayons ultraviolets, telles que l'arc voltaïque.

Les ondes plus rapides encore, qui correspondent aux rayons X et  $\gamma$ , produisent d'une façon plus énergique encore, la désintégration de la matière. Sous l'action de ces diverses radiations, l'atome est partiellement brisé, et ses éléments constituants qui sont les noyaux positifs ou nucléons, et les électrons négatifs, s'échappent de la matière ionisée avec des vitesses considérables. Ces projections matérielles portent le nom de rayons  $\alpha$  et  $\beta$  ; et les résidus matériels de la désintégration atomique constituent l'hélium et des éléments différents des substances ionisées.

Les ultraradiations de longueur d'onde beaucoup plus courte encore que les rayons  $\gamma$ , c'est-à-dire probablement très inférieure à celle des électrons, et dont la longueur d'onde paraît être de l'ordre

de  $10^{-30}$  centimètres, semblent posséder un pouvoir de désintégration beaucoup plus énergique que les rayons  $\gamma$ . Ces radiations émises par le Soleil et probablement aussi par les étoiles, subissent vraisemblablement, de la part des molécules matérielles de la haute atmosphère, des effets de diffraction considérables, qui leur permettent de contourner l'atmosphère terrestre, de telle sorte que leur action se fait sentir sur toute la surface du globe, même pendant la nuit.

Il semble résulter des nombreuses observations qui ont été faites, que les ultraradiations sont la principale cause de la désintégration atomique et de la radioactivité de la matière. Le pouvoir de pénétration de ces radiations est infiniment plus grand que celui des rayons X et  $\gamma$  ; il leur permet de traverser avec facilité les matériaux des bâtiments, ainsi que les couches terrestres elles-mêmes. Comme, d'autre part, leur émission est continue, il en résulte que leur action désintégrante doit se faire sentir en tous lieux, même à l'intérieur du sol.

La radioactivité de la matière qui paraît être la conséquence de cette action permanente, subirait des variations correspondantes à celles des ultraradiations. Or, il résulte de ces recherches, que l'activité ultraradiante du Soleil et de la haute atmosphère subit sous l'influence de causes encore inconnues, des variations continues souvent importantes, provoquant des variations correspondantes dans la désintégration matérielle et dans les phénomènes de radioactivité. Ces phénomènes, au lieu de présenter la constance qu'on était tenté de leur attribuer, sembleraient au contraire, susceptibles d'importantes variations.

Signalons quelques-uns de ces résultats.

Les recherches furent commencées en 1921 et en 1922 à Bordeaux, poursuivies pendant l'été de 1922 en Béarn, puis reprises à la fin de 1922 et au commencement de 1923, à Bordeaux.

### Les méthodes d'observation.

Les premières recherches portèrent sur les substances faiblement radioactives, telles que l'*uranium*, le *bismuth* et le *plomb* (1) ; elles furent poursuivies avec le *radium*. Rappelons, à ce propos, que ce

---

(1) Note présentée à l'Académie des sciences, par M. Bigourdan, dans la séance du 17 octobre 1921.

Note présentée, par M. Brillouin, sur « L'action photogénique des ultraradiations », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. 174, p. 1061, séance du 18 avril 1922.

radium fut mis gracieusement à notre disposition par la Société des Traitements chimiques de Saint-Denis. (Sulfate de baryum-*radium*; activité 15 curies.)

Nous avons utilisé dans ces recherches deux méthodes distinctes : la méthode photographique et la méthode électrométrique.

La première présente l'avantage de fournir des documents durables ; elle met en évidence l'action des rayons  $\alpha$  et  $\beta$ . Ceux-ci ne présentent du reste qu'une faible part dans l'action totale du radium, quelques pour cent environ.

La méthode électrométrique permet de faire l'étude des rayons  $\alpha$  et  $\gamma$  ; elle présente sur la première l'avantage de la simplicité, et elle met en évidence les variations faibles et rapides qui se produisent souvent.

En fait, les deux méthodes précédentes se complètent mutuellement ; l'expérience démontre que leurs résultats sont concordants.

### Méthode photographique.

Le dispositif employé se composait de petits châssis en carton noir, fabriqués avec des feuilles de carton de forme carrée, repliées sur leurs bords. On enfermait dans des châssis de petites plaques radio-graphiques de  $3 \times 4$  cm. dont l'émulsion sensible était appliquée contre la face supérieure. Ces quatre bords du châssis étaient maintenus repliés à l'aide de colliers en caoutchouc. On utilisa dans ces recherches une série de châssis portant à leur partie supérieure de petites fenêtres, fermées par des substances diverses, découpées dans des feuilles minces. Ces écrans étaient fixés entre deux épaisseurs de carton évitant toute pénétration possible de la lumière dans le châssis. Les écrans étaient constitués par les substances suivantes : plomb ; zinc ; cuivre ; fer ; mica ; aluminium ; carton noir ; verre ; celluloïd. On fixait avec un adhésif, tel que la gélatine, une petite quantité de la substance radioactive à étudier, sur les écrans. On utilisa dans ces recherches, l'oxyde d'*uranium*, la poudre de *bismuth*, le sulfate de *baryum-radium*.

Des essais furent faits en appliquant directement l'émulsion photographique contre la fenêtre du châssis. Dans d'autres essais on inter-

---

Note présentée par M. Brillouin, sur « L'action solaire à distance », séance de l'Académie des sciences, *Id.*, t. 175, p. 1086.

Note présentée par M. Brillouin, sur « Les Relations entre la Radioactivité du Radium et l'activité des Radiations solaires. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 11 juin 1923.

posa, entre l'émulsion et l'écran, une feuille de plomb de 1 millimètre d'épaisseur, percée d'une petite ouverture ronde ou en forme de croix, afin de limiter l'action radiographique à celle de cette ouverture.

On utilisa enfin divers écrans qui furent interposés entre le soleil et le châssis; ces écrans étaient en mica, carton, verre, métaux divers; et, enfin, des blocs épais de plomb qui étaient destinés à étudier l'action absorbante de ces divers corps sur les ultraradiations.

On fit varier l'exposition au soleil suivant les cas, entre 5 minutes et 10 heures. Les clichés furent révélés par les méthodes ordinaires; chacun d'eux fut muni d'un numéro d'ordre et d'une fiche indicatrice, permettant de reporter les images sur papier, sans erreur possible.

### Méthode électrométrique.

On utilisa dans ces recherches un électromètre à feuille d'aluminium de faible capacité. Les déplacements de la feuille d'aluminium étaient mesurés avec une lunette micrométrique. Un petit plateau horizontal en métal était relié à la feuille d'aluminium par une tige métallique. L'électromètre était chargé négativement à l'aide d'un petit bâton en ébonite. Le plateau métallique était enfermé dans une boîte close portant une petite fenêtre à la partie supérieure; on disposait devant cette fenêtre divers écrans, tels que du carton noir sur lequel était fixé, par un adhésif, des poudres radioactives de bismuth, d'uranium, de radium. Les autres écrans étaient formés de feuilles en celluloïd, verre, carton, mica, zinc, cuivre, fer, magnésium, aluminium, plomb. L'instrument était disposé, soit au soleil, soit dans une pièce close, et les mesures étaient faites avec un chronographe à secondes.

Un magnétographe (1) permettait de mesurer les variations de la composante horizontale, en relation étroite avec celles de l'activité solaire et des ultraradiations. Les périodes de grande activité magnétique correspondent au passage de foyers d'activité (visibles ou invisibles) au voisinage du méridien central du Soleil. Ces périodes d'activité concordaient toujours avec un accroissement de l'action ultraradiante qui restait faible pendant les périodes de minimum d'activité solaire.

L'électromètre accusait parfois, pendant le cours d'une observation des accroissements subits et parfois très importants, dans l'activité ultraradiante du Soleil, dont la cause n'a pas été déterminée.

---

(1) Modèle construit par M. Danger, constructeur d'appareils de précision à Paris.



La photographie ne permettait pas d'accuser des variations rapides et passagères dans l'intensité des phénomènes radioactifs.

On observe souvent de rapides variations dans les indications de l'électromètre servant aux mesures de la radioactivité; ces variations se manifestent aux mêmes époques que celles du magnétisme terrestre. Ce fait semble indiquer d'étroites relations entre l'activité solaire, électro-magnétique et ultraradiante, et les phénomènes de radioactivité.

Les variations du champ électrique extérieur ont été également mises en évidence au moyen d'un électromètre à quadrants de Curie. Au-dessus des deux quadrants qui étaient en plomb, se trouvait une aiguille d'aluminium chargée positivement, qui pouvait s'orienter dans le plan des quadrants. L'aiguille était suspendue à l'extrémité d'une bande de clinquant qui la reliait au pôle positif d'une pile sèche à colonne, chargée au potentiel de 2,000 volts et qui servait en outre, à l'orienter par torsion sur les bords du plan des quadrants. Les secteurs étaient reliés aux deux pôles de la pile sèche. Un petit miroir éclairé par un filament incandescent, était fixé au-dessus de l'aiguille. L'image lumineuse, provenant du miroir, était projetée sur une échelle graduée placée à 4 mètres de l'instrument. Celui-ci était placé dans une pièce obscure à l'abri de tout courant d'air. Lorsqu'on observe l'instrument, on constate que l'aiguille est en oscillation continue, particulièrement pendant les périodes d'activité solaire, où ces oscillations sont rapides et fréquentes.

Comme les variations du champ électrique accusées par l'électromètre, concordent avec celles du magnétisme et de la radioactivité, il semble probable qu'il existe d'étroites relations entre ces divers phénomènes.

Il se pourrait que les variations du champ électrique, placées probablement sous la dépendance de celles du Soleil et des ultraradiations, soient une cause des troubles nerveux et sensitifs observés chez certains individus impressionnables ou malades, ainsi qu'on le constate souvent pendant les périodes de troubles atmosphériques. Il se pourrait aussi que ces actions eussent une action directe sur le sens d'orientation des oiseaux et des insectes. Toutes ces conjectures restent à étudier!

(A suivre.)

Bordeaux, mai 1923.

ALBERT NODON,

*Docteur ès-sciences,*

*Président de la Société Astronomique de Bordeaux.*

## SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS.

PREMIÈRE SÉRIE (*suite*).

### III. — Knut ANGSTRÖM (1857-1910).

Le nom d'Angström est célèbre à la fois dans la science suédoise et dans la science internationale ; il rappelle avec honneur plusieurs générations de physiciens qui ont consacré leur vie à l'étude des sciences de la nature.

Knut Angström est assurément l'une des plus hautes personnalités du monde scientifique suédois contemporain. Il naquit à Upsal, le 12 janvier 1857. Son père, Anders-Jonas Angström (1814-1874), mort à Upsal, où il fit presque toute sa carrière universitaire, étudia successivement la physique et l'astronomie ; il doit sa principale renommée à ses travaux relatifs à l'analyse spectrale et au spectre solaire dont il fut l'un des premiers pionniers. Sa carte du spectre solaire est restée, jusqu'à l'époque de Rowland, le type classique auquel toutes les longueurs d'onde furent rapportées.

Héritier de cette belle tradition scientifique, le jeune Knut ne pouvait tarder à devenir lui-même un savant de premier ordre. Il était tout naturel que son principal champ d'activité fût la physique, à laquelle il a consacré toute sa vie ; sa carrière fut brillante, mais de trop courte durée. C'est à Upsal qu'il a passé presque toute son existence ; c'est là qu'il a fait toute son éducation scolaire et universitaire. Tandis qu'il fréquentait encore les cours de l'Institut de physique d'Upsal, il reçut dans cet établissement, en 1892, la qualité d'*amanuensis* (assistant). Après avoir terminé ses études fondamentales, il obtint le diplôme de docteur en philosophie, en 1885, et devint *docent* de physique à l'Université de sa ville natale. Il fut ensuite nommé professeur de physique à l'Ecole supérieure de Stockholm. Revenu à Upsal, en 1896, il y recueillit la succession de Thalén (1827-1905), qu'il remplaça dans la chaire de physique comme professeur et comme directeur de l'Institut consacré à cette science. Il voua dès lors, de multiples manières, toute son activité à l'Université. La clarté de son enseignement lui attira de nombreux élèves. Dès cette époque, les honneurs vinrent à lui. L'Académie royale des sciences de Stockholm le considéra comme l'une de ses principales forces scientifiques et lui ouvrit ses rangs en 1893. Il fut désigné pour faire partie (1900) du Comité Nobel, dont il devint président en 1905. Au moment de sa mort, le 4 mars 1910, il était pro-recteur de l'Université d'Upsal.

C'était un professeur doué de qualités éminentes ; le souvenir de ses leçons brillantes est resté vivace ; son habileté expérimentale était extraordinaire ; sa parole, fort attrayante ; aussi le nombre de ses disciples augmenta-t-il sans cesse. Le développement de l'Institut de physique lui tenait à cœur ; il en fut l'heureux organisateur et en a fait l'un des meilleurs du monde.

De nature vive, ne connaissant pas l'intérêt personnel, ayant le sentiment très élevé du devoir, voilà Knut Angström. Il était de ceux qui ne s'attardent pas à la pensée de mourir : son indomptable acharnement au travail l'incita à poursuivre ses recherches, alors même que ses forces vinrent à l'abandonner.

Comme homme et comme savant, Knut Angström était très aimé. Aussi sa fin prématurée a-t-elle été pour la Suède, sa patrie, et pour la science mondiale, une grave, une lourde perte.

Son œuvre scientifique est considérable ; elle est relative surtout à l'étude de la lumière, à la physique, à l'astrophysique et à la météorologie.

Dans les lignes qui suivent, nous nous efforcerons de donner le tableau le plus fidèle du travail technique accompli par le regretté savant suédois.

En 1884, Knut Angström donna une notice au sujet d'un nouveau géothermomètre. Pour faire admettre les observations sur la température terrestre parmi les autres obser-

vations des stations météorologiques. H. E. Hamberg construisit son géothermomètre, en se basant sur le principe appliqué par Lamont, qui s'était servi d'un thermomètre mobile. Hamberg a décrit ce géothermomètre en un article inséré dans les *Bihang till K. Svenska Vetenskaps-Akademienshandlingar*, Band VI, n° 7. Cet appareil est très simple, peu coûteux et facilement maniable, mais était-il exact? Sur l'invitation de M. H. Hildebrandsson, Knut Angström réalisa pour l'Observatoire météorologique d'Upsal un géothermomètre de son invention, qui présente le grand avantage de ne pas rendre nécessaire la correction des observations. Dans la brochure qu'il a consacrée à cet instrument, Angström en donne la description détaillée, la manière de faire les observations, ainsi que des tableaux de comparaison des observations faites à l'aide des géothermomètres Hamberg et Angström. Il en résulte que les deux instruments s'accordent suffisamment (à 0°1 près) et attestent l'exactitude suffisante du géothermomètre Hamberg pour les observations météorologiques.

Dès 1885, Knut Angström tendit tous ses efforts en vue d'établir une méthode pour la mesure de l'intensité des radiations solaires. Ses premières recherches aboutirent à la construction, la même année, du pyréliomètre différentiel. M. Jules Violle, le physicien bien connu, membre de l'Institut de France, a donné une description de cet appareil, dans son étude sur la radiation, insérée dans le *Rapport du Comité météorologique international. Réunion de Saint-Petersbourg*, 1899. — Paris, Gauthier-Villars.

Le pyréliomètre différentiel fut, à l'époque de sa construction, le seul instrument au moyen duquel on pouvait mesurer avec une certaine précision l'intensité des radiations solaires.

Voici, d'après M. J. Violle, la description succincte de cet appareil : « Celui-ci se compose de deux disques identiques en cuivre, logeant chacun une soudure thermo-électrique et soumis alternativement à l'action du Soleil. Un galvanomètre, placé dans le circuit des deux soudures, mesure leur différence de température. On note le temps que cette différence met à passer de  $+\delta$  à  $-\delta$ , puis, après inversion, de  $-\delta$  à  $+\delta$  et ainsi de suite. Si l'intensité du rayonnement n'a pas changé pendant l'expérience, les temps correspondant à ces variations successives ont même valeur  $t$ . La surface sur laquelle doivent tomber les rayons est soigneusement noircie (K. Angström évalue à 0.98 la différence d'absorption  $\tau$  de cette surface); tout le reste de la surface extérieure est patiné et poli. Au centre de chaque disque calorimétrique est vissée une soudure thermo-électrique cuivre maillechort; le maillechort forme une tige allant directement d'un disque à l'autre; le cuivre constitue un fil sur le trajet duquel est monté un galvanomètre apériodique. On observe la déviation du galvanomètre à l'aide d'une lunette et d'une règle divisée. Les disques étant orientés normalement aux rayons solaires, on déplace un écran de façon à couvrir alternativement chacun d'eux lorsque la déviation galvanométrique atteint 200 divisions d'un côté ou de l'autre du zéro et l'on note les époques de passage de l'index devant les divisions 150, 100, 50, — 50, — 100, — 150, puis 150, 100, — 150, 50, 100, 150. et ainsi de suite. En combinant les temps relatifs à + 150 et — 150 (la différence des temps doit alors être divisée par 3), à + 100 et à — 100 (la différence doit être divisée par 2), à + 50 et à — 50, on a trois valeurs du temps  $t$  correspondant au passage de + 50 à — 50. C'est ce que l'on appelle la méthode des différences égales. »

La même année 1885, Knut Angström construisit un ingénieur appareil enregistreur (pyréliomètre enregistreur), basé sur le même principe que le pyréliomètre différentiel. Dans son rapport précité, M. Jules Violle décrit cet instrument de la manière suivante : « Les disques sont remplacés par des boules creuses réunies par un tube de verre, de manière à former un thermomètre différentiel. Au milieu du tube est un index de mercure qu'un fil de platine soudé au milieu du tube relie constamment à l'un des pôles d'une pile. Deux autres fils de platine, soudés dans le tube de verre à petites et égales distances des deux extrémités de l'index communiquent avec l'autre pôle. Quand l'une des boules s'échauffe, sous l'action des rayons solaires, l'index est poussé du côté de l'ombre; il vient toucher le

fil de ce côté. Le circuit électrique est fermé et, sous l'action d'un mécanisme actionné par un relais, le thermomètre différentiel tourne d'un demi-tour sur lui-même; le rôle des boules est interverti. En même temps un crayon descend d'une petite quantité devant un cylindre tournant d'un mouvement uniforme. Il descendra à nouveau de la même quantité quand la boule actuellement insolée présentera le même excès de température qu'offrait l'autre boule lors du précédent déclenchement. Ainsi sera tracée par très petits escaliers une courbe continue dont le coefficient angulaire en chaque point sera proportionnel à l'intensité de la radiation à l'époque correspondante. Le coefficient de proportionnalité se détermine par comparaison avec le pyréliomètre normal. »

K. Angström obtint des résultats très importants à l'aide de cet appareil, à l'île d'Yvelé, dans le courant de l'été 1888.

On trouvera encore des renseignements bibliographiques relativement à cet instrument dans *Bihang till K. Vetenskaps Akademiens Handlingar*, t. XV, n° 10, 1889, et dans *Wiedemanns Annalen der Physik*, t. XXXIX, 1890, p. 294.

Tout en s'occupant d'autres nombreux sujets d'études, Knut Angström continua infatigablement ses recherches en vue de découvrir un appareil qui permit la mesure absolue de la radiation solaire.

Entretiens fut réalisé l'actinomètre Angström-Chwolson (1892). A ce sujet, on consultera avec fruit l'important travail que l'éminent physicien russe a publié dans le *Repertorium fur Meteorologie*, Band XVI, n° 5 (1893), sous le titre suivant : *Actinometrische Untersuchungen zur Construction eines Pyrheliometers und eines Actinometers*, VII + 150 pages. in-4°. Le pyréliomètre différentiel a été simplifié par l'auteur lui-même, puis par M. Chwolson, en vue des observations courantes, dit M. J. Violle (*op. cit.*). Angström l'a ramené à la forme classique du thermomètre différentiel, comme dans son appareil enregistreur.

Voici, d'après M. J. Violle, un aperçu descriptif de l'instrument : « Les deux systèmes calorimétriques restent indépendants. Chacun d'eux se compose d'une boîte en cuivre de 3cm5 de diamètre et 0cm7 d'épaisseur, logeant le réservoir d'un thermomètre à mercure. Ce réservoir, en forme de spirale aplatie dans un plan perpendiculaire à la tige, a été argenté chimiquement, puis cuivré galvaniquement, et il est noyé dans la poudre de cuivre bien tassée. Les tiges des deux thermomètres se recourbent à deux reprises pour venir se placer perpendiculairement au plan des couvercles soigneusement noircis des deux boîtes. Entre les deux tiges se déplace, au moyen d'une vis micrométrique, un chariot auquel sont fixés : 1° un index glissant sous les tiges ; 2° un fil fin glissant au-dessus ; 3° une large lampe au-dessus de laquelle on place l'œil, de façon à superposer dans chaque cas le fil au trait, pour éviter toute erreur de parallaxe. Les lectures sont ainsi rendues faciles et exactes. »

M. G. B. Rizzo, à propos des mesures absolues de la chaleur solaire exécutées à la Capanna « Regina Margherita » sur le mont Rose, a adopté une disposition analogue, mais quelque peu modifiée. (Cf. *Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani*, t. XXVI, 1897, p. 79 à 99.)

Le point principal pour la méthode Angström-Chwolson consiste dans la mesure des différences des températures des deux corps, dont l'un est exposé au Soleil, tandis que l'autre se trouve dans l'ombre.

En 1886, Knut Angström publia dans les *Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsaliensis*, seriei tertiæ, t. XIII, un mémoire intitulé : *Sur une nouvelle méthode de faire des mesures absolues de la chaleur rayonnante, ainsi qu'un instrument pour enregistrer la radiation solaire*, 17 pages. — Dans ce travail, l'auteur donne une introduction contenant une courte description de l'actinomètre de M. J. Violle et du pyréliomètre de Crova : il expose les conditions que doit comporter une méthode rigoureuse pour les mesures absolues de la chaleur rayonnante, la théorie relative à cette mesure ; enfin des applications de cette théorie qui nécessitent : 1° un instrument pour des mesures absolues ; 2° un instrument pour mesurer l'intensité de la radiation solaire ; 3° un instrument enregistreur de la radiation solaire.

Poursuivant avec ténacité ses recherches, Angström en fournit le résultat dans une nouvelle étude insérée aussi dans les *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, seriei tertiae, t. XVI (1893), sous le titre suivant : *Eine elektrische Kompensationsmethode zur quantitativen Bestimmung strahlender Wärme*, 8 pages in-4°.

Angström donne un résumé comparatif des deux méthodes employées, l'ancienne et la nouvelle, pour obtenir des déterminations absolues de la chaleur rayonnante. Les deux erreurs principales de l'ancienne méthode étaient l'insuffisance de la précision et de la sensibilité instrumentale. Le pyrhéliomètre différentiel et l'actinomètre étaient reconnus exclusivement bons pour des déterminations de la radiation solaire, mais non pour des déterminations physiques exactes. Déjà, en 1885, l'auteur croyait avoir trouvé une bonne méthode pour pouvoir transformer les mesures relatives en quantitatives et pour exécuter des observations comparatives d'une seule et même source de chaleur.

Voici, d'après Angström, le tableau comparatif des deux méthodes :

I. — L'ancienne méthode.

II — La nouvelle méthode

Le pyrhéliomètre différentiel.

La méthode de compensation

A. — Déterminations de constantes qui doivent être exécutées une fois pour toutes.

- |                                                                  |                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1. Détermination de la valeur en eau des plaques du calorimètre. | 1. Détermination de la résistance de conduction électrique des bandes. |
| 2. Détermination de la surface d'absorption.                     | 2. Détermination de la surface d'absorption.                           |

B. — Les observations exécutées à chaque détermination :

- |                                                                                                    |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Détermination du temps dans lequel la différence de température du calorimètre change de signe. | 1. Etablissement à température égale.    |
| 2. Détermination de la valeur des indications des thermo-éléments en degrés.                       | 2. Détermination d'une force de courant. |

La conclusion d'Angström est que la comparaison est sans aucun doute en faveur de la nouvelle méthode : la détermination d'une résistance sera exécutée plus rapidement et plus exactement que la détermination de la chaleur spécifique des plaques du calorimètre.

Le pyrhéliomètre d'Angstrom s'est démontré être un instrument précieux et son invention détermina une vraie révolution dans les recherches relatives à la radiation solaire.

Dans son rapport sur ces recherches (Cf. *Rapport du Comité météorologique international*, Réunion de Saint-Pétersbourg, 1899. — Paris, Gauthier-Villars, 1900), M. J. Violle nous donne la description suivante du nouvel appareil : « Prenant comme corps calorimétriques deux minces bandes de métal identiques de toutes manières, Angström en expose une aux rayons solaires et fait passer dans l'autre, maintenue à l'ombre, un courant électrique dont il règle l'intensité, de façon que les échauffements des deux bandes soient égaux, ce qu'il reconnaît par le fait que les actions des deux éléments thermo-électriques identiques en contact avec les deux bandes se compensent relativement à un galvanomètre sensible. L'énergie reçue de la radiation incidente dans l'unité de temps est alors égale à celle qui est apportée pendant le même temps par le courant électrique.

- Soient :
- $q$  la radiation par seconde et par centimètre carré ;
- $b$  la largeur des bandes ;
- $a$  le pouvoir absorbant de leur face noire ;
- $i$  l'intensité du courant de compensation.

• On a  $baq = \frac{ri^2}{4,18}$  d'où  $q = \frac{ri^2}{4,18ba}$   $\left( \frac{\text{calorie}}{\text{seconde}} \right)$  ou  $Q = \frac{60 ri^2}{4,18ba}$   $\left( \frac{\text{calorie}}{\text{seconde}} \right)$

• Cette méthode supprime toute correction de refroidissement. On déterminera  $b$  et  $a$  et  $r$  (ainsi que la variation de  $r$  avec la température). Pour faire une mesure absolue, on n'aura qu'à observer  $i$ .

• D'abord, les bandes métalliques furent en platine qui, dans la suite, a été remplacé par de la manganine. Elles ont 2 millimètres de largeur et portent à leur base postérieure une soudure; leur face antérieure est noircie; elles sont montées l'une à côté de l'autre, au fond d'un tube plusieurs fois diaphragmé. En avant du tube est un écran à fente mobile, qui permet de faire tomber le rayonnement à mesurer alternativement sur l'une ou l'autre bande. Le fond du tube porte quatre barres, deux pour le circuit des soudures thermométriques, sur lequel on place un galvanomètre très sensible, deux autres pour le circuit du courant compensateur comprenant un élément Daniell ou Leclanché (ou mieux un accumulateur), une boîte de résistance à curseur, et un milliampèremètre (ou mieux un électrodynamomètre spécial). Un commutateur permet d'introduire dans ce circuit l'une ou l'autre des bandes.

• La largeur  $b$  des bandes découpées à la machine à diviser est par là même connue. — Leur résistance  $r$ , par unité de longueur, se mesure à l'aide d'un électromètre capillaire de Lippmann, sur lequel on équilibre les différences de potentiel existant : 1° entre deux couteaux fixes appuyant sur la bande à étudier; 2° entre deux contacts, l'un fixe, l'autre mobile, sur un fil étalon, bande et fil étant montés en un même circuit. Pour tenir compte de la variation de  $r$  avec la température, Angström évalue séparément l'effet de la température initial du fil (température  $t$  de l'enceinte) et celui de l'échauffement dû au passage du courant d'intensité  $i$ ; il connaît ainsi la résistance  $r$ ,  $t$ ,  $i$ , dans les conditions de l'expérience. Des mesures directes ont montré que le pouvoir absorbant des surfaces noircies par la méthode Crova pourra être pris égal à 0,985.

• La marche d'une expérience est la suivante : L'appareil étant orienté, on constate d'abord que le rayonnement tombant à la fois sur les deux bandes, ne change pas la position d'équilibre, au zéro, du galvanomètre relié aux soudures thermo-électriques. On dispose alors l'écran de façon que l'une des bandes seulement soit isolée, et, en même temps, on dirige dans l'autre le courant compensateur, dont on règle l'intensité de façon à ramener le galvanomètre au zéro; on lit l'intensité du courant au milliampèremètre (ou à l'électrodynamomètre spécial). Puis on change à la fois la position de l'écran et celle du commutateur, de manière à intervertir les rôles des deux bandes, et l'on fait une nouvelle mesure.

• Angström, dit M. Violle en terminant, a pris soin de comparer son pyrhéliomètre compensateur avec son pyrhéliomètre différentiel. La concordance très satisfaisante des déterminations effectuées aux deux instruments si différents dans leur principe et dans leur manipulation, parle en faveur de leur exactitude. Il faut cependant ajouter qu'avec le nouvel instrument, les constantes sont plus faciles à déterminer, que la sensibilité peut être plus aisément augmentée et qu'une détermination est plus rapidement faite. »

Dans son exposé inséré dans le *Rapport du Comité météorologique international*, Réunion de Southport, 1903, p. 83, M. J. Violle signale les nouvelles recherches effectuées par Angström à l'aide de son pyrhéliomètre compensateur. — Cf. K. ANGSTRÖM : 1° « Ueber absolute Bestimmungen der Wärmestrahlung mit dem electrischen Compensations-Pyrheliometer, nebst einigen Beispielen der Anwendung dieses Instrumentes » (*Annalen der Physik und Chemie*, Neue Folge, vol. LXVII, 1899, p. 633-648); 2° « Intensité de la radiation solaire à différentes altitudes. Recherches faites à Ténériffe 1895 et 1896 » (*Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, série III, vol. XX, 1904), 46 pages, avec planche représentant le pyrhéliomètre monté sur pied; 3° « Energie dans le spectre visible de l'étalon Hefner » (*Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, série III, vol. XX, 1904), 12 pages. — A l'aide de son instrument perfectionné, Angström analysa le rayonnement visible de l'élément Hefner et il reconnut que la loi de Wien représente très bien la distribution de l'énergie dans le spectre lumineux de la lampe Hefner et de la lampe à incandescence.

D'après Angström, l'intensité de la radiation reçue en une minute par centimètre carré est représentée par un nombre de calories Q, donné par l'équation

$$Q = 60 \frac{r_1^2}{4,19ba} = 14,32 \frac{r_1^2}{ba}$$

Les températures des deux bandes du pyrhéliomètre étant égales, les pertes par radiation, convection et conduction sont les mêmes et n'exigent aucune correction.

Suivant M. J. Violle, l'instrument atteint en dix secondes son état d'équilibre, la bande isolée ne demandant pas plus de dix secondes pour arriver à sa température stationnaire. L'usage de l'instrument s'est encore simplifié par la substitution définitive du milliampèremètre de précision à l'électrodynamomètre, d'abord employé pour la mesure exacte de  $i$ , ainsi que par l'emploi de la manganine à la place du platine dans la confection des bandes ; la variation de résistance électrique de la manganine avec la température étant à peu près nulle, on peut négliger la correction assez délicate que nécessitait cette variation en ce qui concerne le platine.

La seule difficulté qui reste est commune à tous les appareils servant à mesurer la radiation et se rapporte à l'évaluation du coefficient d'absorption  $a$ , question qui a été aussi étudiée par K. Angström. (Cf. *Oversigt af Kongelige Vetenskaps Akademiens Förhandlingar*, 1883, p. 385 ; *Annalen der Physik*, WIEDEMANN, vol. XXXVI, 1893, p. 715.)

(A suivre.)

AUG. COLLARD,

Bibliothécaire de l'Observatoire royal de Belgique  
Membre de la Société Belge d'Astronomie.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR OCTOBRE 1923 (1).

SOLEIL. — L'orbe du Soleil est marquée par la constellation de la Vierge. Ce sont les étoiles des constellations de Cassiopée et d'Andromède, des Poissons et de la Baleine qui culminent, le 15, vers minuit.

Le 24 octobre, à 10 h. 51 m., le Soleil entre dans le signe zodiacal du Scorpion.

Les jours décroissent du 30 septembre au 31 octobre de 1 h. 52 m.

| Date                | Lever | Passage au<br>méridien | Coucher | A. R.    | D.      |
|---------------------|-------|------------------------|---------|----------|---------|
|                     | h. m. | h. m. s.               | h. m.   | h. m. s. |         |
| Octobre 1 . . . . . | 5 41  | 11 32 31               | 17 24   | 12 26 43 | — 2°53' |
| 11 . . . . .        | 5 57  | 11 29 34               | 17 2    | 13 3 12  | — 6 44  |
| 21 . . . . .        | 6 14  | 11 27 23               | 16 41   | 13 40 27 | — 10 26 |
| 31 . . . . .        | 6 31  | 11 26 17               | 16 21   | 14 18 46 | — 13 52 |

L'heure du passage au méridien donne le temps légal à midi vrai d'Uccle.

(1) Ajouter 1 heure aux divers phénomènes pour avoir l'heure d'été.

LUNE. — Les phases de la Lune en octobre sont :

- ☾ D. Q. le 3 à 5 h. 29 m.  
 ● N. L. le 10 à 6 h. 6 m. Périgée le 11 à 4 h.  
 ☽ P. Q. le 16 à 20 h. 54 m. Apogée le 26 à 3 h.  
 ☼ P. L. le 24 à 18 h. 26 m.

Limites des déclinaisons de la Lune :

- Le 3 : + 18°31' Hauteur maximum : 57°43'  
 Le 15 : — 18°38' Hauteur minimum : 20°34'  
 Le 30 : + 18°45' Hauteur maximum : 57°57'

Occultations d'étoiles par la Lune :

| Date      | Etoile                   | Gr. | Immersion |         |     | Emeraion |         |     |
|-----------|--------------------------|-----|-----------|---------|-----|----------|---------|-----|
|           |                          |     | T. L.     | Angle : |     | T. L.    | Angle : |     |
|           |                          |     |           | P.      | Z.  |          | P.      | Z.  |
|           |                          |     | h. m.     | °       | °   | h. m.    | °       | °   |
| Octobre 2 | 130 Taureau              | 5.6 | 3 5       | 110     | 135 | 4 18     | 236     | 244 |
| 4         | 162 B Gémeaux            | 5.7 | 2 21      | 108     | 148 | 3 50     | 256     | 289 |
| 16        | 267 B Sagittaire         | 5.8 | 20 38     | 35      | 8   | 21 28    | 302     | 270 |
| 17        | 47 B Capricorne          | 6.2 | 22 23     | 128     | 95  | 22 59    | 200     | 165 |
| 20        | 81 Verseau               | 6.4 | 19 28     | 0       | 14  | 19 55    | 320     | 329 |
| 20        | Uranus                   | 6.1 | 22 48     | 35      | 15  | 23 53    | 275     | 246 |
| 21        | 24 Poissons              | 6.1 | 22 4      | 108     | 102 | 23 1     | 199     | 183 |
| 24        | 39 B Bélier              | 6.5 | 18 10     | 47      | 98  | 19 7     | 273     | 312 |
| 27        | 61 Taureau               | 4.2 | 19 3      | 55      | 94  | 19 56    | 278     | 318 |
| 27        | 62 Taureau               | 3.6 | 19 4      | 80      | 119 | 20 0     | 255     | 295 |
| 27        | 264 B Taureau            | 4.8 | 20 18     | 19      | 60  | 20 48    | 305     | 346 |
| 27        | 85 Taureau               | 6.0 | 20 42     | 130     | 171 | 21 19    | 201     | 242 |
| 27        | 275 B Taureau            | 6.5 | 21 46     | 38      | 78  | 22 41    | 290     | 327 |
| 27-28     | α Taureau (Aldéb.)       | 1.1 | 23 16     | 23      | 57  | 0 3      | 307     | 334 |
| 28        | 111 Taureau              | 5.1 | 22 10     | 123     | 164 | 23 1     | 213     | 252 |
| 29        | 124 H <sup>1</sup> Orion | 5.7 | 21 50     | 123     | 165 | 22 37    | 224     | 266 |
| 31        | 2 B Cancer               | 6.0 | 22 8      | 90      | 128 | 23 2     | 274     | 315 |
| 31-1      | 5 Cancer                 | 5.9 | 23 28     | 97      | 138 | 0 27     | 269     | 310 |

Le 20 : L'étoile 81 Verseau coupe le disque lunaire à 0'9 du bord nord (340° en comptant vers l'est).

*Marées.* — Les plus grandes marées du mois ont lieu : le 12 octobre, à 13 h. 29 m. à Ostende (hauteur au-dessus du niveau moyen : 2<sup>m</sup>53) et à 16 h. 45 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>87); et le 27 octobre, à 1 h. 7 m. à Ostende (hauteur 1<sup>m</sup>89) et à 4 h. 23 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>14).

La marée du 12 octobre atteindra une amplitude la plus forte de l'année.



### Planètes.

Eléments des diverses planètes en octobre :

| Astre    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.      | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|---------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |         |                   |
| Mercure. | 11   | 4 19  | 10 27   | 16 37   | 12 1  | + 1°11' | 0.88              |
|          | 21   | 4 30  | 10 31   | 16 20   | 12 44 | — 2 31  | 1.15              |
| Vénus.   | 1    | 6 15  | 11 55   | 17 47   | 12 49 | — 4 1   | 1.71              |
|          | 11   | 6 43  | 12 2    | 17 19   | 13 35 | — 8 58  | 1.70              |
|          | 21   | 7 15  | 12 10   | 17 3    | 14 23 | — 13 35 | 1.68              |
| Mars.    | 1    | 3 59  | 10 29   | 16 57   | 11 23 | + 5 14  | 2.59              |
|          | 11   | 3 56  | 10 13   | 16 28   | 11 46 | + 2 42  | 2.55              |
|          | 21   | 3 52  | 9 57    | 16 0    | 12 9  | + 0 9   | 2.51              |
| Jupiter. | 1    | 9 32  | 14 11   | 18 49   | 15 5  | — 16 34 | 6.10              |
|          | 11   | 9 4   | 13 39   | 18 14   | 15 13 | — 17 17 | 6.19              |
|          | 21   | 8 36  | 13 8    | 17 40   | 15 21 | — 17 40 | 6.26              |
| Saturne. | 1    | 6 54  | 12 27   | 18 0    | 13 21 | — 6 9   | 10.67             |
|          | 11   | 6 21  | 11 52   | 17 23   | 13 26 | — 6 36  | 10.70             |
|          | 21   | 5 49  | 11 18   | 16 46   | 13 31 | — 7 3   | 10.70             |
| Uranus.  | 16   | 15 39 | 21 8    | 2 41    | 23 3  | — 6 57  | 19.30             |
| Neptune. | 16   | 0 16  | 7 37    | 14 58   | 9 30  | + 15 2  | 30.53             |

**MERCURE** : Visible comme étoile du matin vers le 14, époque de sa plus grande élongation occidentale (18°2 à 15 h). Passe au pœud ascendant le 6; au périhélie le 11.

**VÉNUS** : Dans la Vierge; reparait, à l'occident, dans les lueurs crépusculaires du soir.

**MARS** : dans le Lion et la Vierge; reparait le matin, à l'orient.

**JUPITER** : Dans la Balance; disparaît au crépuscule. Diamètre le 15 : 29"6.

**SATURNE** : Dans la Vierge; devient inobservable. Conjonction avec le Soleil le 17.

**URANUS** : Dans le Verseau; visible toute la nuit. Diamètre le 15 : 3"6.

**NEPTUNE** : Dans le Lion; visible dans la seconde moitié de la nuit.

### CONJONCTIONS.

|                                                        |                            |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|
| Le 6, à 10 heures, Neptune en conjonction avec la Lune | à 2° 11' N.                |
| 8, à 19 heures, Mars                                   | » » la Lune à 0° 3' S.     |
| 9, à 2 heures, Mercure                                 | » » la Lune à 1° 0' S.     |
| 9, à 6 heures, Vénus                                   | » » Saturne à 1° 22' S.    |
| 10, à 15 heures, Saturne                               | » » la Lune à 1° 13' S.    |
| 10, à 18 heures, Vénus                                 | » » la Lune à 2° 45' S.    |
| 12, à 11 heures, Jupiter                               | » » la Lune à 4° 11' S.    |
| 19, à 21 heures, Vénus                                 | » » λ Vierge à 0° 9' N.    |
| 20, à 22 heures, Uranus                                | » » la Lune (occultation). |
| 26, à 10 heures, Vénus                                 | » » α Balance à 0° 3' N.   |
| 30, à 0 heure, Mercure                                 | » » Saturne à 0° 42' S.    |

### Phénomènes divers.

*Satellites de Jupiter.* — Octobre 12, éclipse, réapparition du satellite I à 17 h. 39 m. 5; octobre 26, éclipse, réapparition du satellite I à 21 h. 29 m. 0.; octobre 28, éclipse, réapparition du satellite III à 21 h. 23 m. 3.

*Etoiles filantes.* — L'essaim remarquable en octobre est celui des Orionides (radiant  $\gamma$  Orion :  $\alpha = 6$  h.  $\delta = + 15^\circ$ ), qui donne, du 18 au 20, des étoiles filantes rapides et à traînées. Quelques essaims secondaires se manifestent vers les dates suivantes :

|                         |                        |                                                      |
|-------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
| Du 29 sept. au 9 oct. : | $\alpha = 1$ h. 36 m.  | $\delta = + 17^\circ$ , près de $\gamma$ Bélier.     |
| Le 7 octobre :          | $\alpha = 2$ h. 4 m.   | $\delta = + 18^\circ$ , près de $\alpha$ Bélier.     |
| Le 8 octobre :          | $\alpha = 2$ h. 52 m.  | $\delta = + 56^\circ$ , près de $\eta$ Persée.       |
| Les 15 et 29 octobre :  | $\alpha = 7$ h. 12 m.  | $\delta = + 23^\circ$ , près de $\delta$ Gémeaux.    |
| Du 18 au 27 octobre :   | $\alpha = 7$ h. 12 m.  | $\delta = + 12^\circ$ , près de $\beta$ Petit-Chien. |
| Du 20 au 27 octobre :   | $\alpha = 21$ h. 52 m. | $\delta = + 62^\circ$ , près de $\alpha$ Céphée.     |
| Du 21 au 25 octobre :   | $\alpha = 7$ h. 28 m.  | $\delta = + 30^\circ$ , près de $\beta$ Gémeaux.     |
| Tout le mois :          | $\alpha = 2$ h.        | $\delta = + 8^\circ$ , près de $\xi_1$ Baleine.      |

Les dates à bolides sont les 13 et 23.

*Variables.* — Minimum d'Algol : le 11 à 3 h. 4 m.; le 13 à 23 h. 53 m.; le 16 à 20 h. 42 m.; le 31 à 4 h. 45 m.

Minimum probable de Mira-Ceti (3,3 — 8,8 gr.) le 25.

*Constellations.* — Le 15 octobre à 22 heures (23 heures, heure d'été) visibles au dessus de l'horizon de Bruxelles :

Au zénith : Cassiopée, Persée et Andromède.

Au Nord : La Lyre, le Dragon et les Ourses.

A l'Est : Le Petit-Chien, les Gémeaux et le Cocher ; Orion et le Taureau ;

Au Sud : L'Eridan, la Baleine et les Poissons.

A l'Ouest : Le Verseau, Pégase, Le Cygne et La Lyre. L'Aigle avec Altair au couchant.

La Voie Lactée court de l'Est à l'Ouest en passant au Nord du Zénith.

*Lumière zodiacale.* — On peut la rechercher le matin avant l'aurore.

Observer la lueur antisolaire, le 7, vers minuit, près de  $\epsilon$  Poissons.

G. COUTREZ.

## Notes

**Notes relatives aux progrès récents de l'astronomie.** (Extrait des *Monthly notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 4, févr. 1922.)

*Petites planètes (en 1921).* — 52 annonces de découvertes furent faites, à l'exclusion de celles qui se rapportent à des astres identifiés avec des planètes connues. Dans ce nombre, 26 furent trouvées par le même observateur, M. K. Reinmuth, Heidelberg. Les grandeurs sont comprises entre les magnitudes 11 et 16. (Voy. catalogue.)

Il est particulièrement recommandé d'observer soigneusement Eros à chaque opposition. Cette planète passera relativement près de la Terre lors de l'opposition de 1923-24, qui précèdera de sept ans le grand rapprochement de 1931.

L'astéroïde 944 (1920-H2) a pu être observé en 1921. La période est 13.67 ans et son aphélie se rapproche de l'orbite de Saturne.

**Activité solaire (en 1921).** — L'activité des taches a diminué de 50 p. c. de 1920 à 1921. D'après les constatations faites, on peut attendre le prochain minimum en 1924. Certaines taches furent néanmoins très importantes. La plus grande, qui couvrit 1300 millièmes de la surface, fut visible à l'œil nu en mai, et fut accompagnée de désordres magnétiques.

L'hémisphère nord paraît avoir été le plus actif.

M. H.

**Nouvel équatorial** (*Popular Astronomy*, n° 6, vol. 31, 1923). — L'observatoire de l'Université de Yale vient de commander à la J. B. M<sup>e</sup> Dowell Company, de Pittsburg, la partie optique d'un nouvel instrument équatorial. Celui-ci se composera d'une lunette photographique de 26 pouces de diamètre et 36 pieds de longueur focale, qu'une lentille correctrice de 8 pouces transformera à volonté en visuelle. La lunette-guide, de même distance focale, aura un objectif de 10 pouces. Le délai de construction est d'un an. L'instrument est destiné à l'équipement d'un nouvel observatoire qui sera installé au sud de l'équateur, soit en Afrique du Sud, soit en Nouvelle-Zélande.

E. D.

**Réforme du calendrier.** — Le Congrès astronomique de Rome s'est séparé, en 1922, sans décision ferme quant à cette réforme. Le Comité technique de la Ligue des Nations, à Genève, a repris la question; il s'est occupé, la dernière semaine du mois d'août, de la fixation de la fête de Pâques et de la réforme du calendrier en général. Les autorités ecclésiastiques avaient été invitées à envoyer des délégués. Le révérend Th. Phillips, secrétaire de la R. A. S., avait été désigné par l'archevêque de Canterbury, pour représenter l'Eglise d'Angleterre à ce comité. (*Observatory*, sept. 1923, p. 290.) E. D.

**Personalia.** — M. H. Spencer Jones, chief-assistant de l'Observatoire de Greenwich, est nommé astronome royal à l'Observatoire du Cap, en remplacement de M. S.-S. Hough, décédé.

**Formations lunaires.** — Dans un article très intéressant, M. Richard Barringer (*Popular Astronomy*, n° 7, sept. 1923) examine les origines des cratères lunaires et confronte les hypothèses volcaniques et météoriques. Il conclut à la plus forte probabilité de l'hypothèse météorique en raison de la forme et de la disposition des cratères et des fêlures.

Les raisons de non-similitude avec la Terre, qui a dû subir vraisemblablement le même bombardement météorique, se trouvent dans les conditions différentes de notre habitat à l'époque de l'événement.

La présence de notre atmosphère a été cause de la déviation des météores dans leur chute, de leur ralentissement et de l'annihilation presque totale de leur force de pénétration, sauf pour les plus grosses unités.

De plus, les eaux couvrant les 2/3 du globe masquent donc la même proportion des résultats du phénomène.

Quant au 1/3 de terre ferme, l'érosion par les pluies et l'action des vents ont fait disparaître la presque totalité des marques de chutes. Enfin, les conditions de réceptivité et de conservation des marques n'étaient pas les mêmes sur les deux astres en

raison du fait que la lune, corps beaucoup plus petit, s'était déjà considérablement refroidie, lors de l'arrivée des courants de météores qui l'ont martelée, alors que la Terre pouvait encore être à l'état fluide. E. D.

**Période de X Monocerotis** (*Harvard Bull.*, 787). Cette variable 065208, découverte par Mrs Fleming en 1898, a été d'abord suivie assez irrégulièrement à Harvard, puis plus complètement par l'association américaine des observateurs d'étoiles variables. Elle avait été considérée jusque récemment comme variable à période irrégulière. Müller, de la discussion des observations photographiques et visuelles d'Harvard, avait conclu à une période de 157 jours, cette période laissant toutefois des irrégularités dans les observations. Hartwig donnait une période de 155 jours.

Mr Campbell, d'une discussion complète des observations de 1903 à 1923 portant sur 38 maxima et 33 minima, conclut à la formule  $Max = J. D. 2415997 + 155,3d. E.$ , avec de petites irrégularités de période.

L'écart moyen de détermination ne dépasse pas 6j,4 pour les maxima et 7j,3 pour les minima. La valeur moyenne  $M - m = 84j$  et  $\frac{M - m}{P} = 0,54$ .

La courbe de lumière est très régulière et montre le type de plusieurs variables à longues périodes, avec un maximum plus prononcé que le minimum. La chute d'éclat est plus rapide que l'ascension et l'écart moyen est 1 m. 7. On peut donc considérer l'étoile comme une variable régulière à longue période, avec faible écart en éclat entre M et m. E. D.

**Nova dans Messier 83** (*Harvard Bull.*, 786-787). — Un télégramme du 8 mai, de l'observatoire Lowell à Flagstaff (Arizona), annonçait la découverte, par Lampland, le 5 mai, d'une nouvelle étoile dans la nébuleuse spirale N. G. C. 5236 = Messier 83.

L'étoile par rapport au noyau de la nébuleuse, se trouvait à une distance de 2'1 dans un angle de position de 73°. Son état était de 14<sup>e</sup> grandeur environ. La nébuleuse Messier 83 est une magnifique nébuleuse spirale de 8' × 10' avec un noyau très brillant de 20" de diamètre; sa position pour 1900,0 est

$$\alpha = 13 \text{ h. } 31 \text{ m. } 4 \quad \delta = -29^{\circ}21'.$$

Suivant une lettre de M. le professeur E. B. Frost, directeur de l'observatoire Yerkes, M. Van Biesbroeck a fait un cliché contrôle le 9 mai, à 16 h. 22, t. m. G., avec le grand réflecteur de 24 pouces et une pose de 30 minutes. Ce cliché montre bien une étoile de 14<sup>e</sup> grandeur à 124" de distance du noyau, mais dans un angle de position de 62° au lieu de 73° annoncé dans le télégramme. Il s'agit vraisemblablement cependant de l'astre trouvé par Lampland. M. Van Biesbroeck a recherché l'astre sur des documents antérieurs. Sur la reproduction d'un cliché de Curtiss paru dans le volume XIII des publications d'Harvard (p. 47, fig. 7), mais ne portant pas de date de prise de la plaque, figure une image douteuse, pouvant représenter une étoile de 16<sup>e</sup> grandeur et qui, en position, pourrait être la Nova.

Par contre, un cliché pris par Barnard, à Yerkes, le 20 mai 1905, avec le télescope Bruce de 6 pouces, pose d'une heure, et montrant les étoiles jusque la grandeur 14<sup>m</sup>,5, n'accuse rien à la place que devait occuper l'étoile.

Les cartes de Franklin Adams n° 57 = mai 6, 1910, et n° 58 = juin 1, 1910.

montrent une étoile voisine de celle de M. Van Biesbroeck, et d'éclat plus faible que la Nova à mai 9. E. D.

**Nova Sagittarii 1917, 5** (*Harvard Bull.*, p. 788). — Aucune trace de l'étoile 182027 n'est visible sur les photographies d'Harvard faites depuis 1922 et reçues récemment d'Aréquipa. L'étoile a été retrouvée sur une plaque de septembre 1920 avec un éclat =  $12^m,8$ . Il s'agit vraisemblablement d'une étoile nouvelle du genre Nova Aquilae 1919, qui aurait un maximum s'étendant sur un intervalle de quatre ans et dont l'éclat varierait de  $9^m,2$  à  $< 16^m$ . L'étoile a été trouvée indépendamment à Aréquipa et à l'Union Observatory. E. D.

**Observations de T Licorne et de  $\xi$  Gémeaux.** (*Bull. astr.*, t. III, fasc. I, 1923.) — Ces deux variables, du type Céphéides, ont été observées par M. C. Gallisot, à l'aide d'un photomètre Nordmann adapté au sidérostas de l'Observatoire de Lyon. La période d'observation va du début de 1920 à mars 1922. L'auteur a utilisé des écrans colorés : rouge (région du spectre  $\lambda = 0,459$ ), vert ( $\lambda = 0,459$  à  $0,449$ ) et bleu ( $\lambda = 0,449$ ). Ces observations conduisent l'auteur à quelques remarques importantes, parmi lesquelles nous extrayons les suivantes : L'utilisation des écrans pour ces étoiles, à période relativement longue, ne permet pas de déceler une non-simultanéité dans les instants des maxima et des minima suivant les écrans utilisés.

Les mesures photométriques sur T Licorne témoignent d'une différence caractéristique d'amplitude de l'intensité suivant l'écran employé, cette amplitude étant respectivement 0 m. 73, 1 m. 00 et 1 m. 28 suivant les écrans R, V et B.

Pour  $\xi$  Gémeaux, au contraire, aucune différence sensible ne se manifeste : 0 m. 53, 0 m. 56, 0 m. 58.

Il en résulte donc que la variation d'éclat pour  $\xi$  Gémeaux n'est pas accompagnée d'altération de la coloration, tandis que, pour T Licorne, le changement de coloration au voisinage du maximum est très sensible et atteint 2° de l'échelle de coloration d'Osthoff.

M. Gallisot pense que la présence d'une atmosphère absorbante dont l'épaisseur varierait périodiquement pourrait expliquer certains phénomènes. E. D.

## Bibliographie

*Les spectres et la structure de l'atome.* — Trois conférences par NIELS BOHR, professeur à l'Université de Copenhague (1).

Le nom de l'auteur est trop connu de tous ceux qui s'intéressent aux questions relatives à la structure de la matière, auxquels ces trois conférences s'adressent plus

---

(1) *Les spectres et la structure de l'atome.* Trois conférences, par NIELS BOHR, professeur à l'Université de Copenhague, lauréat du prix Nobel 1922. Traduction française sur le manuscrit de l'auteur, par A. Corvisy. — Brochure 15 × 23 cm., 152 p., 4 fig. — Paris, Librairie scientifique Hermann, 1923.

### Phénomènes divers.

*Satellites de Jupiter.* — Octobre 12, éclipse, réapparition du satellite I à 17 h. 39 m. 5; octobre 26, éclipse, réapparition du satellite I à 21 h. 29 m. 0.; octobre 28, éclipse, réapparition du satellite III à 21 h. 23 m. 3.

*Étoiles filantes.* — L'essaim remarquable en octobre est celui des Orionides (radiant  $\gamma$  Orion :  $\alpha = 6$  h.  $\delta = + 15^\circ$ ), qui donne, du 18 au 20, des étoiles filantes rapides et à traînées. Quelques essaims secondaires se manifestent vers les dates suivantes :

|                                        |                        |                                                      |
|----------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
| Du 29 sept. au 9 oct. :                | $\alpha = 1$ h. 36 m.  | $\delta = + 17^\circ$ , près de $\gamma$ Bélier.     |
| Le 7 octobre :                         | $\alpha = 2$ h. 4 m.   | $\delta = + 18^\circ$ , près de $\alpha$ Bélier.     |
| Le 8 octobre :                         | $\alpha = 2$ h. 52 m.  | $\delta = + 56^\circ$ , près de $\eta$ Persée.       |
| Les 15 et 29 octobre :                 | $\alpha = 7$ h. 12 m.  | $\delta = + 23^\circ$ , près de $\delta$ Gémeaux.    |
| Du 18 au 27 octobre :                  | $\alpha = 7$ h. 12 m.  | $\delta = + 12^\circ$ , près de $\beta$ Petit-Chien. |
| Du 20 au 27 octobre :                  | $\alpha = 21$ h. 52 m. | $\delta = + 62^\circ$ , près de $\alpha$ Céphée.     |
| Du 21 au 25 octobre :                  | $\alpha = 7$ h. 28 m.  | $\delta = + 30^\circ$ , près de $\beta$ Gémeaux.     |
| Tout le mois :                         | $\alpha = 2$ h.        | $\delta = + 8^\circ$ , près de $\xi_1$ Baleine.      |
| Les dates à bolides sont les 13 et 23. |                        |                                                      |

*Variables.* — Minimum d'Algol : le 11 à 3 h. 4 m.; le 13 à 23 h. 53 m.; le 16 à 20 h. 42 m.; le 31 à 4 h. 45 m.

Minimum probable de Mira-Ceti (3,3 — 8,8 gr.) le 25.

*Constellations.* — Le 15 octobre à 22 heures (23 heures, heure d'été) visibles au dessus de l'horizon de Bruxelles :

Au zénith : Cassiopée, Persée et Andromède.

Au Nord : La Lyre, le Dragon et les Ourses.

A l'Est : Le Petit-Chien, les Gémeaux et le Cocher ; Orion et le Taureau ;

Au Sud : L'Eridan, la Baleine et les Poissons.

A l'Ouest : Le Verseau, Pégase, Le Cygne et La Lyre. l'Aigle avec Altair au couchant.

La Voie Lactée court de l'Est à l'Ouest en passant au Nord du Zénith.

*Lumière zodiacale.* — On peut la rechercher le matin avant l'aurore.

Observer la lueur antisolaire, le 7, vers minuit, près de  $\epsilon$  Poissons.

G. COUTREZ.

### Notes

**Notes relatives aux progrès récents de l'astronomie.** (Extrait des *Monthly notices of the Royal Astronomical Society*, vol. LXXXII, n° 4, févr. 1922.)

*Petites planètes (en 1921).* — 52 annonces de découvertes furent faites, à l'exclusion de celles qui se rapportent à des astres identifiés avec des planètes connues. Dans ce nombre, 26 furent trouvées par le même observateur, M. K. Reinmuth, Heidelberg. Les grandeurs sont comprises entre les magnitudes 11 et 16. (Voy. catalogue.)

Il est particulièrement recommandé d'observer soigneusement Eros à chaque opposition. Cette planète passera relativement près de la Terre lors de l'opposition de 1923-24, qui précèdera de sept ans le grand rapprochement de 1931.

L'astéroïde 944 (1920-H2) a pu être observé en 1921. La période est 13.67 ans et son aphélie se rapproche de l'orbite de Saturne.

**Activité solaire (en 1921).** — L'activité des taches a diminué de 50 p. c. de 1920 à 1921. D'après les constatations faites, on peut attendre le prochain minimum en 1924. Certaines taches furent néanmoins très importantes. La plus grande, qui couvrit 1300 millièmes de la surface, fut visible à l'œil nu en mai, et fut accompagnée de désordres magnétiques.

L'hémisphère nord paraît avoir été le plus actif.

M. H.

**Nouvel équatorial** (*Popular Astronomy*, n° 6, vol. 31, 1923). — L'observatoire de l'Université de Yale vient de commander à la J. B. Mc Dowell Company, de Pittsburg, la partie optique d'un nouvel instrument équatorial. Celui-ci se compose d'une lunette photographique de 26 pouces de diamètre et 36 pieds de longueur focale, qu'une lentille correctrice de 8 pouces transformera à volonté en visuelle. La lunette-guide, de même distance focale, aura un objectif de 10 pouces. Le délai de construction est d'un an. L'instrument est destiné à l'équipement d'un nouvel observatoire qui sera installé au sud de l'équateur, soit en Afrique du Sud, soit en Nouvelle-Zélande.

E. D.

**Réforme du calendrier.** — Le Congrès astronomique de Rome s'est séparé, en 1922, sans décision ferme quant à cette réforme. Le Comité technique de la Ligue des Nations, à Genève, a repris la question; il s'est occupé, la dernière semaine du mois d'août, de la fixation de la fête de Pâques et de la réforme du calendrier en général. Les autorités ecclésiastiques avaient été invitées à envoyer des délégués. Le révérend Th. Phillips, secrétaire de la R. A. S., avait été désigné par l'archevêque de Canterbury, pour représenter l'Eglise d'Angleterre à ce comité.

(*Observatory*, sept. 1923, p. 290.) E. D.

**Personalia.** — M. H. Spencer Jones, chief-assistant de l'Observatoire de Greenwich, est nommé astronome royal à l'Observatoire du Cap, en remplacement de M. S.-S. Hough, décédé.

**Formations lunaires.** — Dans un article très intéressant, M. Richard Barringer (*Popular Astronomy*, n° 7, sept. 1923) examine les origines des cratères lunaires et confronte les hypothèses volcaniques et météoriques. Il conclut à la plus forte probabilité de l'hypothèse météorique en raison de la forme et de la disposition des cratères et des fêlures.

Les raisons de non-similitude avec la Terre, qui a dû subir vraisemblablement le même bombardement météorique, se trouvent dans les conditions différentes de notre habitat à l'époque de l'événement.

La présence de notre atmosphère a été cause de la déviation des météores dans leur chute, de leur ralentissement et de l'annihilation presque totale de leur force de pénétration, sauf pour les plus grosses unités.

De plus, les eaux couvrant les  $\frac{2}{3}$  du globe masquent donc la même proportion des résultats du phénomène.

Quant au  $\frac{1}{3}$  de terre ferme, l'érosion par les pluies et l'action des vents ont fait disparaître la presque totalité des marques de chutes. Enfin, les conditions de réceptivité et de conservation des marques n'étaient pas les mêmes sur les deux astres en

raison du fait que la lune, corps beaucoup plus petit, s'était déjà considérablement refroidie, lors de l'arrivée des courants de météores qui l'ont martelée, alors que la Terre pouvait encore être à l'état fluide. E. D.

**Période de X Monocerotis** (*Harvard Bull.*, 787). Cette variable 065 208, découverte par Mrs Fleming en 1898, a été d'abord suivie assez irrégulièrement à Harvard, puis plus complètement par l'association américaine des observateurs d'étoiles variables. Elle avait été considérée jusque récemment comme variable à période irrégulière. Müller, de la discussion des observations photographiques et visuelles d'Harvard, avait conclu à une période de 157 jours, cette période laissant toutefois des irrégularités dans les observations. Hartwig donnait une période de 155 jours.

Mr Campbell, d'une discussion complète des observations de 1903 à 1923 portant sur 38 maxima et 33 minima, conclut à la formule  $\text{Max} = \text{J. D. } 2415997 + 155,3d, \text{ E.}$ , avec de petites irrégularités de période.

L'écart moyen de détermination ne dépasse pas 6j,4 pour les maxima et 7j,3 pour les minima. La valeur moyenne  $M - m = 84j$  et  $\frac{M - m}{P} = 0,54$ .

La courbe de lumière est très régulière et montre le type de plusieurs variables à longues périodes, avec un maximum plus prononcé que le minimum. La chute d'éclat est plus rapide que l'ascension et l'écart moyen est 1 m. 7. On peut donc considérer l'étoile comme une variable régulière à longue période, avec faible écart en éclat entre M et m. E. D.

**Nova dans Messier 83** (*Harvard Bull.*, 786-787). — Un télégramme du 8 mai, de l'observatoire Lowell à Flagstaff (Arizona), annonçait la découverte, par Lampland, le 5 mai, d'une nouvelle étoile dans la nébuleuse spirale N. G. C. 5236 = Messier 83.

L'étoile par rapport au noyau de la nébuleuse, se trouvait à une distance de 2'1 dans un angle de position de 73°. Son état était de 14<sup>e</sup> grandeur environ. La nébuleuse Messier 83 est une magnifique nébuleuse spirale de 8' x 10' avec un noyau très brillant de 20" de diamètre; sa position pour 1900,0 est

$$\alpha = 13 \text{ h. } 31 \text{ m. } 4 \quad \delta = -29^{\circ} 21'.$$

Suivant une lettre de M. le professeur E. B. Frost, directeur de l'observatoire Yerkes, M. Van Biesbroeck a fait un cliché contrôle le 9 mai, à 16 h. 22, t. m. G., avec le grand réflecteur de 24 pouces et une pose de 30 minutes. Ce cliché montre bien une étoile de 14<sup>e</sup> grandeur à 124" de distance du noyau, mais dans un angle de position de 62° au lieu de 73° annoncé dans le télégramme. Il s'agit vraisemblablement cependant de l'astre trouvé par Lampland. M. Van Biesbroeck a recherché l'astre sur des documents antérieurs. Sur la reproduction d'un cliché de Curtiss paru dans le volume XIII des publications d'Harvard (p. 47, fig. 7), mais ne portant pas de date de prise de la plaque, figure une image douteuse, pouvant représenter une étoile de 16<sup>e</sup> grandeur et qui, en position, pourrait être la Nova.

Par contre, un cliché pris par Barnard, à Yerkes, le 20 mai 1905, avec le télescope Bruce de 6 pouces, pose d'une heure, et montrant les étoiles jusque la grandeur 14<sup>m</sup>,5, n'accuse rien à la place que devait occuper l'étoile.

Les cartes de Franklin Adams n° 57 = mai 6, 1910, et n° 58 = juin 1, 1910,



montrent une étoile voisine de celle de M. Van Biesbroeck, et d'éclat plus faible que la Nova à mai 9. E. D.

**Nova Sagittarii 1917, 5** (*Harvard Bull.*, p. 788). — Aucune trace de l'étoile 182027 n'est visible sur les photographies d'Harvard faites depuis 1922 et reçues récemment d'Aréquipa. L'étoile a été retrouvée sur une plaque de septembre 1920 avec un éclat = 12<sup>m</sup>,8. Il s'agit vraisemblablement d'une étoile nouvelle du genre Nova. Aquilae 1919, qui aurait un maximum s'étendant sur un intervalle de quatre ans et dont l'éclat varierait de 9<sup>m</sup>,2 à < 16<sup>m</sup>. L'étoile a été trouvée indépendamment à Aréquipa et à l'Union Observatory. E. D.

**Observations de T Licorne et de  $\xi$  Gémeaux.** (*Bull. astr.*, t. III, fasc. I, 1923.) — Ces deux variables, du type Céphéides, ont été observées par M. C. Gallisot, à l'aide d'un photomètre Nordmann adapté au sidérostas de l'Observatoire de Lyon. La période d'observation va du début de 1920 à mars 1922. L'auteur a utilisé des écrans colorés : rouge (région du spectre  $\lambda = 0,159$ ), vert ( $\lambda = 0,159$  à  $0,149$ ) et bleu ( $\lambda = 0,149$ ). Ces observations conduisent l'auteur à quelques remarques importantes, parmi lesquelles nous extrayons les suivantes : L'utilisation des écrans pour ces étoiles, à période relativement longue, ne permet pas de déceler une non-simultanéité dans les instants des maxima et des minima suivant les écrans utilisés.

Les mesures photométriques sur T Licorne témoignent d'une différence caractéristique d'amplitude de l'intensité suivant l'écran employé, cette amplitude étant respectivement 0 m. 73, 1 m. 00 et 1 m. 28 suivant les écrans R, V et B.

Pour  $\xi$  Gémeaux, au contraire, aucune différence sensible ne se manifeste : 0 m. 53, 0 m. 56, 0 m. 58.

Il en résulte donc que la variation d'éclat pour  $\xi$  Gémeaux n'est pas accompagnée d'altération de la coloration, tandis que, pour T Licorne, le changement de coloration au voisinage du maximum est très sensible et atteint 2° de l'échelle de coloration d'Osthoff.

M. Gallisot pense que la présence d'une atmosphère absorbante dont l'épaisseur varierait périodiquement pourrait expliquer certains phénomènes. E. D.

---

## Bibliographie

*Les spectres et la structure de l'atome.* — Trois conférences par NIELS BOHR, professeur à l'Université de Copenhague (1).

Le nom de l'auteur est trop connu de tous ceux qui s'intéressent aux questions relatives à la structure de la matière, auxquels ces trois conférences s'adressent plus

---

(1) *Les spectres et la structure de l'atome.* Trois conférences, par NIELS BOHR, professeur à l'Université de Copenhague, lauréat du prix Nobel 1922. Traduction française sur le manuscrit de l'auteur, par A. Corvisy. — Brochure 15 x 23 cm., 152 p., 4 fig. — Paris, Librairie scientifique Hermann, 1923.

spécialement, que pour devoir le présenter au lecteur. Lauréat du prix Nobel en 1922, ses travaux ont reçu une nouvelle consécration.

C'est à la Société de Physique de Copenhague que la première conférence *Sur le spectre de l'hydrogène*, a été donnée en décembre 1913 et publiée dans *Fysik Tidsskrift* en 1914.

La position particulière occupée par l'hydrogène parmi les éléments, non seulement parce qu'il a le plus faible poids atomique connu, mais encore en raison de ses propriétés physiques et chimiques, justifie son choix comme point de départ, en quelque sorte, à l'exposé de l'auteur. Son spectre ordinaire est relativement simple, et son étude a contribué puissamment à nous faire pénétrer dans la connaissance des spectres des autres éléments. La découverte en 1885, par BALMER, de la loi applicable au spectre de l'hydrogène, a conduit à celle de lois attribuables aux spectres d'autres éléments. Les travaux de RYDBERG (1890), de RITZ (1908), de PICKERING (1897), de FOWLER (1912) sont successivement mentionnés.

Des essais d'explication théorique de la formation des spectres ont été présentés; ils étaient basés sur des lois déduites des résultats obtenus par ces savants. Mais BOHR estime que pas une des théories proposées n'est parvenue à donner une explication plausible des lois des spectres de raies. Et cette insuffisance de nos conceptions théoriques ordinaires est devenue plus manifeste, en présence des résultats importants obtenus pendant ces dernières années (antérieures à 1913) par l'étude théorique et expérimentale des lois du rayonnement thermique.

Les considérations présentées d'abord, à propos de ce phénomène (rayonnement thermique) par KIRCHHOFF (1860) n'étaient pas assez approfondies. On a aussi tenté d'expliquer ces lois par la théorie électromagnétique de la lumière, jointe à la théorie de l'électron, ou théorie électronique de la matière. Des progrès ont été réalisés dans cette direction, notamment par les travaux de LORENTZ (1903), sans oublier ceux de JEANS (1905) et de LORD RAYLEIGH. Néanmoins, les expériences ont démontré que la théorie électromagnétique est incapable d'expliquer la loi du rayonnement thermique. L'électrodynamique classique n'est pas d'accord avec la réalité; on ne peut recourir à elle pour le calcul de l'absorption et de l'émission du rayonnement par les atomes.

C'est ainsi que PLANCK, à la suite du résultat de ces expériences sur le rayonnement du corps noir, a introduit (1900) l'hypothèse nouvelle qu'un système de particules électriques oscillantes (un résonnateur élémentaire) *ne rayonne, ni n'absorbe l'énergie d'une façon continue*, comme l'exige l'électrodynamique ordinaire, *mais au contraire rayonne et absorbe d'une façon discontinue*. L'énergie contenue dans le système à un moment quelconque est toujours égale à un multiple entier de ce qu'on appelle le *quantum d'énergie*, dont la grandeur est égale à  $h\nu$ , où  $h$  est la constante de PLANCK et  $\nu$  est la fréquence ou le nombre des oscillations du système par seconde.

Il nous paraît utile de citer ici BOHR lui même : « Sous le rapport formel, la » théorie de PLANCK laisse beaucoup à désirer; dans certains calculs on emploie » l'électrodynamique ordinaire, tandis que dans d'autres on a introduit des hypo- » thèses nettement en désaccord avec elle, sans qu'on ait essayé de montrer qu'il soit » possible de donner une explication conséquente du procédé employé. La théorie » de PLANCK n'aurait que difficilement conquis l'adhésion générale par la seule con- » cordance avec l'expérience sur le rayonnement du corps noir; mais, comme vous

» le savez cette théorie a contribué d'une façon tout à fait remarquable à élucider  
» beaucoup de phénomènes physiques, tels que les chaleurs spécifiques, l'effet photo-  
» électrique, les rayons X et l'absorption des rayons thermiques par les gaz. Ces  
» explications impliquent plus que la supposition qualitative d'une transformation  
» discontinue de l'énergie, car à l'aide de la constante de PLANCK  $h$ , il semble pos-  
» sible de rendre compte, au moins approximativement, d'un grand nombre de  
» phénomènes sur lesquels on ne pouvait rien dire auparavant. Il ne paraît donc  
» pas prématuré d'exprimer l'opinion que, quelle que puisse être l'explication  
» finale, la découverte de la *théorie des quanta* doit être considérée comme un des  
» plus importants résultats auxquels on est arrivé en physique, et cette théorie doit  
» être prise en considération dans toutes les recherches concernant les propriétés  
» des atomes et particulièrement dans leurs relations avec l'explication des lois  
» spectrales dans lesquelles sont aussi impliqués des phénomènes tels que l'émis-  
» sion et l'absorption du rayonnement électrodynamique. »

Le conférencier aborde ensuite la *théorie nucléaire de l'atome* (théorie électro-  
nique, travaux de Rutherford) pour en établir l'insuffisance. Une explication satisfai-  
sante des expériences sur le rayonnement thermique, quel que soit le modèle  
atomique envisagé, est impossible au moyen de l'électrodynamique et de la méca-  
nique classiques. Il reprend ensuite l'analyse de la théorie quantique des spectres,  
l'hydrogène, partiellement l'hélium, servant surtout de base à son argumentation :  
« La radiation lumineuse, correspondant à une raie spectrale particulière, est émise,  
» conformément à notre hypothèse, par une transition d'un état stationnaire à un  
» autre ; à ces deux états correspondent deux fréquences de révolution différentes et  
» nous n'avons pas à espérer une relation simple entre ces fréquences de révolution  
» de l'électron et la fréquence de la radiation émise. » Rien n'est dit concernant le  
pourquoi et le comment de l'émission d'une radiation.

A l'époque où la première conférence fut donnée (décembre 1913), la question  
n'était pas assez avancée pour que la théorie nouvelle pût être appliquée aux spec-  
tres des autres éléments, leur atome contenant un plus grand nombre d'électrons  
que celui de l'hydrogène.

La deuxième conférence, faite en avril 1920, à la Société de Physique de Berlin,  
avait pour titre : « *Sur les séries spectrales des éléments.* » Elle a paru dans *Zeit-  
schrift für Physik* en 1920. Le sujet en est traité avec assez de développement.

Faute de place, nous ne pouvons présenter, de cette conférence et de la troisième,  
un résumé suffisamment clair, la matière traitée étant trop complexe pour être  
condensée en quelques lignes. Nous devons forcément nous borner à citer les divi-  
sions principales de l'exposé du savant professeur, qui est à lire dans le texte même :  
1. *Principes généraux de la théorie quantique des spectres*, états stationnaires des  
atomes ; spectre de l'hydrogène utilisation des principes de la théorie des *quanta*  
pour parer aux difficultés présentées par la théorie électronique, déduite des tra-  
vaux de Rutherford, pour l'explication du spectre de l'hydrogène ; — le principe de  
correspondance, en quoi il consiste, loi générale des transitions entre des états sta-  
tionnaires ; — lois générales des spectres ; — schéma théorique du spectre de séries  
du sodium ; — absorption et excitation du rayonnement, l'émission (et l'absorption)  
pour les deux composantes de la raie jaune (du sodium) résulte de deux processus  
différents, recherches de Wood et de Denoyer, expériences de Stutt ; — excitation

des raies spectrales et production de l'ionisation par bombardement électronique; expériences de Franck, de Hertz de Davis, de Goucher. (Les résultats de ces expériences laissent « l'impression frappante de l'insuffisance des conceptions électrodynamiques et mécaniques, non seulement en ce qui concerne l'émission de la » radiation, mais encore dans des phénomènes tels que la collision des électrons libres avec les atomes ».)

2. *Développement de la théorie quantique des spectres.* — « L'avance décisive » dans l'application de la théorie des quanta aux spectres est due à SOMMERFELD et « à ses élèves »; effet des forces extérieures sur le spectre de l'hydrogène; effet Stark; effet Zeeman; perturbations centrales; effets de relativité (einsteinienne) sur les raies de l'hydrogène; théorie des séries spectrales; principe de correspondance et conservation du moment de la quantité de mouvement; les spectres de l'hélium et du lithium; structure complète des raies de séries.

La troisième conférence a été donnée en octobre 1921 devant les Sociétés de Physique et de Chimie de Copenhague réunies; elle a été imprimée en 1921 dans *Fysisk Tidsskrift*. Elle a pour titre : *La structure de l'atome et les propriétés physiques et chimiques des éléments*. La traduction française diffère de l'original danois en quelques points secondaires. Outre l'addition de figures avec texte explicatif, « certains passages traitant des problèmes discutés dans la seconde conférence ont été modifiés ou supprimés, et quelques remarques concernant les contributions récentes au sujet étudié ont été ajoutées ».

Paragraphes principaux du troisième article :

I. *Préliminaires.* — L'atome nucléaire; — les postulats de la théorie des quanta; — l'atome d'hydrogène; — spectre de l'hydrogène et spectres de rayons X; — la structure fine des raies de l'hydrogène; tableau périodique; — modèles atomiques récents. — II. *Capture des électrons par les atomes et séries spectrales.* Spectres d'arc et d'étincelle; — schémas des séries; — Principe de correspondance. III. *La formation des atomes et le tableau périodique.* Les sept périodes du système périodique. IV. *Réorganisation de l'atome et spectres de rayons X.* Absorption et émission des rayons X et principe de correspondance; spectres de rayons X et structure atomique; classification des spectres de rayons X.

Après avoir pris connaissance de ces trois articles, avec toute l'attention qu'ils méritent, le lecteur possèdera-t-il la clef du problème de la structure et du *modus operandi* de l'atome? L'éminent physicien de Copenhague répond lui-même à cette question dans sa préface : ... « jusqu'ici tout progrès dans le problème de la structure de l'atome a tendu à mettre en relief de plus en plus les « mystères » bien connus de la théorie des quanta. Je pense néanmoins que l'exposé présenté dans » ces articles est suffisamment clair pour donner au lecteur une impression du » charme particulier que présente l'étude de la physique atomique. »

Si l'on tient compte de la complexité et de la difficulté des questions traitées, cette conclusion sera certainement admise par tous ceux qu'elles intéressent.

A. B.

# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 »

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 »

Id. (intérieure) id. fr. 8 »

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

des raies spectrales et production de l'ionisation par bombardement électronique; expériences de Franck, de Hertz de Davis, de Goucher. (Les résultats de ces expériences laissent « l'impression frappante de l'insuffisance des conceptions électrodynamiques et mécaniques, non seulement en ce qui concerne l'émission de la radiation, mais encore dans des phénomènes tels que la collision des électrons libres avec les atomes ».)

2. *Développement de la théorie quantique des spectres.* — « L'avance décisive » dans l'application de la théorie des quanta aux spectres est due à SOMMERFELD et à ses élèves »; effet des forces extérieures sur le spectre de l'hydrogène; effet Stark; effet Zeeman; perturbations centrales; effets de relativité (einsteinienne) sur les raies de l'hydrogène; théorie des séries spectrales; principe de correspondance et conservation du moment de la quantité de mouvement; les spectres de l'hélium et du lithium; structure complète des raies de séries.

La troisième conférence a été donnée en octobre 1921 devant les Sociétés de Physique et de Chimie de Copenhague réunies; elle a été imprimée en 1921 dans *Fysisk Tidsskrift*. Elle a pour titre : *La structure de l'atome et les propriétés physiques et chimiques des éléments*. La traduction française diffère de l'original danois en quelques points secondaires. Outre l'addition de figures avec texte explicatif, « certains passages traitant des problèmes discutés dans la seconde conférence ont été modifiés ou supprimés, et quelques remarques concernant les contributions récentes au sujet étudié ont été ajoutées ».

Paragraphes principaux du troisième article :

I. *Préliminaires.* — L'atome nucléaire; — les postulats de la théorie des quanta; — l'atome d'hydrogène; — spectre de l'hydrogène et spectres de rayons X; — la structure fine des raies de l'hydrogène; tableau périodique; — modèles atomiques récents. — II. *Capture des électrons par les atomes et séries spectrales.* Spectres d'arc et d'étincelle; — schémas des séries; — Principe de correspondance. III. *La formation des atomes et le tableau périodique.* Les sept périodes du système périodique. IV. *Réorganisation de l'atome et spectres de rayons X.* Absorption et émission des rayons X et principe de correspondance; spectres de rayons X et structure atomique; classification des spectres de rayons X.

Après avoir pris connaissance de ces trois articles, avec toute l'attention qu'ils méritent, le lecteur possèdera-t-il la clef du problème de la structure et du *modus operandi* de l'atome? L'éminent physicien de Copenhague répond lui-même à cette question dans sa préface : ... « jusqu'ici tout progrès dans le problème de la structure de l'atome a tendu à mettre en relief de plus en plus les « mystères » bien connus de la théorie des quanta. Je pense néanmoins que l'exposé présenté dans ces articles est suffisamment clair pour donner au lecteur une impression du charme particulier que présente l'étude de la physique atomique. »

Si l'on tient compte de la complexité et de la difficulté des questions traitées, cette conclusion sera certainement admise par tous ceux qu'elles intéressent.

A. B.

# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

### ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

#### Tarif de publicité

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 >

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 >

Id. (intérieure) id. fr. 8 >

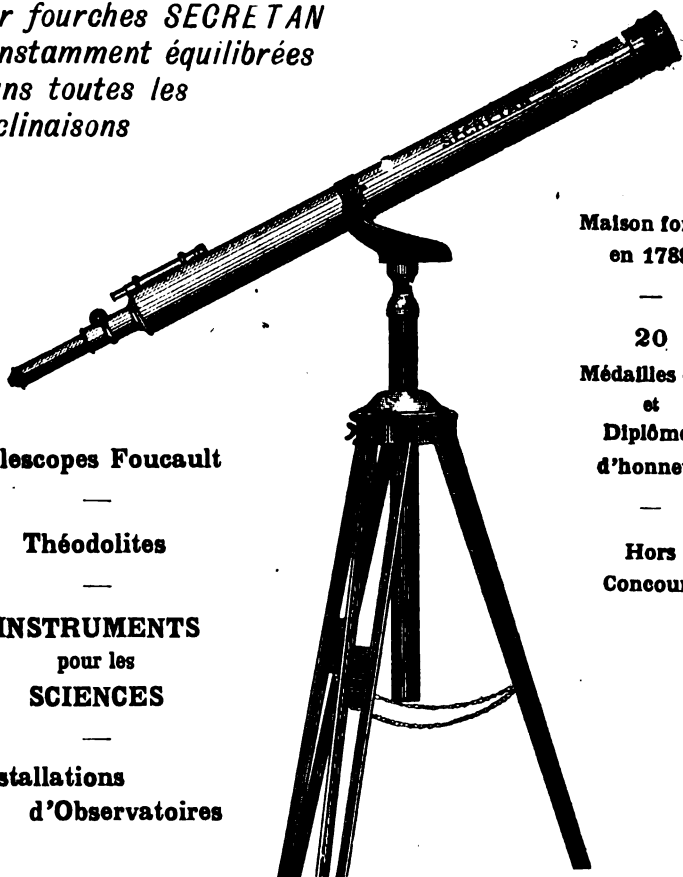
par insertion, fr. 10,50 pour dix insertions

# Instruments de Précision

# SECRETAN

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

—  
Hors  
Concours

Demandez le catalogue

## SECRETAN

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.





**BULLETIN**  
DE LA  
***SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE***

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



**BRUXELLES**  
**SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE**

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                         | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>L'orage du 9 juillet 1923 à Londres</i> , par M. A. Giblett.                                                                                         | 225   |
| <i>La découverte de vapeurs de calcium dans la voie lactée</i> , par Max Hauptmann.                                                                     | 228   |
| <i>Les ultraradiations solaires et la radioactivité</i> (suite et fin), par Albert Nodon.                                                               | 232   |
| <i>Ephémérides astronomiques pour novembre-décembre 1923</i> , par G. Coutrez.                                                                          | 241   |
| <i>Silhouettes d'Astronomes contemporains</i> (suite), par Aug. Collard.                                                                                | 248   |
| <i>Nécrologie</i> , par Aug. Collard.                                                                                                                   | 253   |
| <i>Notes : Séances pratiques à l'Observatoire de la Société. — Nouvelle Comète.</i>                                                                     |       |
| — Variables. — $\beta$ Ceti. — Etoile à fort mouvement propre. — Etoile à spectre variable. — Magnétisme, par E. D. — Soldner et Einstein, par L. V. A. |       |
| — Le tricentenaire de la naissance du P. Ferdinand Verbiest, S. J., par Aug. Collard. — Bolide.                                                         | 254   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                   | 258   |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.  
Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie

A. BOUTQUIN, directeur général honoraire des Télégraphes de Belgique.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

MAX HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BETHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICQ, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. **RÉCLAMATIONS.** — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. **CORRESPONDANCES.** — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 63, avenue de l'Opale, à Schaerbeek-Bruxelles.**

III. **COMPTABILITÉ.** — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. **REDACTION DU BULLETIN.** — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

V. **BIBLIOTHÈQUE.** — Tous les ouvrages, échanges, périodiques, etc., doivent être envoyés à l'adresse de notre bibliothécaire, **M. Marcel HUNIN, 40, rue du Marché-aux-Herbes, à Bruxelles.**

La bibliothèque, qui se trouve au **Palais Mondial**, bâtiments du Cinquantenaire à Bruxelles, est ouverte tous les jours non fériés, de 9 à 12 et de 2 à 6 heures.

Les membres de la Société peuvent également consulter les ouvrages des autres Sociétés savantes, au même local.

*Nous avons le plaisir de donner aujourd'hui à nos lecteurs la traduction d'un article très intéressant de M. Giblett, du Meteorological Office, sur l'orage qui éclata sur l'Angleterre le 9 juillet dernier. Cet article fut publié dans la revue anglaise : Nature. Sur notre demande, M. Giblett se chargea très aimablement d'obtenir de l'éditeur de Nature l'autorisation pour Ciel et Terre de publier cette étude. Nous sommes heureux de l'en remercier ici.*

### L'ORAGE DU 9 JUILLET 1923 A LONDRES.

L'orage qui a éclaté à Londres dans la nuit du 9 au 10 juillet 1923 sera cité parmi les orages célèbres : il doit cette mention à sa durée, à l'effet saisissant des éclairs pendant la nuit, bien plus qu'à la quantité d'eau tombée ou aux dégâts occasionnés : ces deux éléments ne furent cependant nullement négligeables.

Il est trop tôt, à l'heure où nous écrivons ces lignes, pour donner un compte rendu détaillé de l'orage ; les observations que nous avons reçues et les renseignements que nous ont fournis des amis, trop nombreux pour être cités ici individuellement, nous permettent de tracer un résumé succinct de la marche du phénomène.

A part sa longue durée, les caractéristiques principales de l'orage furent, semble-t-il : son développement subit et le peu de signes qui eussent permis à un observateur isolé de le prévoir ; l'absence de grêle et de coups de vent violents à la surface du sol ; la prédominance des décharges entre nuages, sans lesquelles les dégâts eussent été plus importants.

L'orage (1) parut tout d'abord vers 20 h. 50 (T. M. G.) sur la côte Sud : il venait du Sud-Est. Il se dirigea alors vers le Nord-Nord-Ouest, dans la direction de Londres, où il éclata deux heures plus tard. Ceci nous donne une vitesse de propagation d'environ 25 milles à l'heure (40 km.) Cette vitesse est restée constante, semble-t-il, dans la même direction vers Bedford et Peterborough, puis elle augmenta vers Hull et Middlesborough. Les orages qui éclatèrent plus tard, le 10, à Berwick, Aberdeen et dans les Shetlands, tous dans le prolongement de cette ligne, eurent probablement la même

---

(1) Nous disons l'orage en parlant du phénomène, mais le système eût sans doute plusieurs noyaux.

cause générale ; il n'a cependant pas été possible de contrôler la marche du premier système.

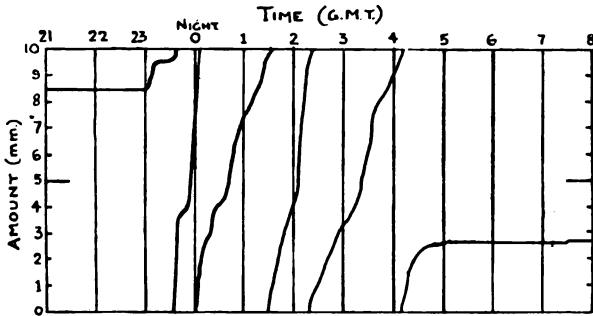
La chute d'eau principale est enregistrée dans une bande de 30 ou 40 milles de largeur (45 à 65 km.) le long de la trajectoire de l'orage. Dans cette zone elle dépasse probablement 25 millimètres, tout au moins jusqu'au Wash, vers le nord ; en de nombreux endroits on recueille 50 millimètres et par places 75 millimètres. Sur la côte sud, la bande de pluie s'étend d'un point situé entre Worthing et Brighton jusqu'à un point entre Eastbourne et Hastings ; le centre de Londres se trouve au milieu de la zone de pluie. En dehors de cette région, les quantités d'eau tombée diminuent très rapidement, principalement vers l'Est, où la limite s'observe très nettement. Ainsi, alors qu'Eastbourne reçoit 43 millimètres d'eau, Hastings et d'autres localités plus à l'Est n'en reçoivent pas ; à Tunbridge Wells, on en recueille 25 millimètres, alors qu'à Maidstone il ne tombe pas une goutte.

Dans le Sud de la trajectoire de l'orage, y compris Londres, il plut de façon continue pendant environ six heures ; si nous nous basons sur la vitesse mentionnée plus haut de 25 milles à l'heure (40 km.) comme vitesse de l'orage, nous trouvons que la bande de pluie devrait avoir environ 180 milles (240 km.) dans le sens de la longueur et 35 milles (55 km.) dans le sens de la largeur.

Dans le Nord, la durée de la pluie et la quantité d'eau recueillie furent inférieures à ce qu'elles ont été dans le Sud de l'Angleterre.

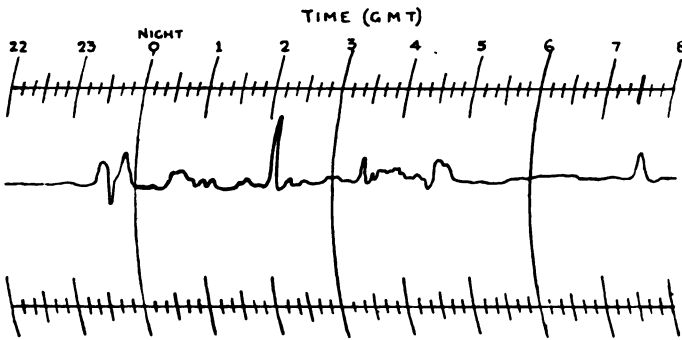
Le premier diagramme que nous reproduisons ici donne la quantité d'eau recueillie par le hyétographe (pluviographe) Negretti et Zambra à South Kensington. Le second diagramme est le tracé du microbarographe de South Kensington. Cet instrument enregistre seulement les variations brusques de pression ; le tracé est horizontal lorsque des variations lentes ont lieu. La concordance de temps entre les variations rapides de pression et les fortes chutes de pluie, en particulier peu après 2 heures, g. m. T., est très remarquable, comme aussi la concordance entre les variations brusques de pression enregistrées à South Kensington et à Kingsway par le barographe à flotteur de Dines (3<sup>e</sup> diagramme). Ce dernier instrument est exactement calibré et le tracé peut être considéré comme donnant l'amplitude absolue des variations de pression, de même que leur valeur relative et le moment où elles ont eu lieu.

Il est curieux de remarquer, en relation avec ces observations, qu'un observateur isolé se trouvant à Hampstead, a remarqué que les coups

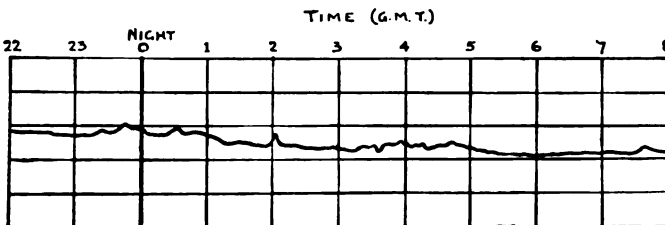


HYETOGRAPH RECORD, METEOROLOGICAL OFFICE,  
S. KENSINGTON.

(Total rain 44.6 mm Duration 6.2 hours)



MICROBAROGRAPH RECORD, METEOROLOGICAL OFFICE, S. KENSINGTON



FLOAT BAROGRAPH RECORD, AIR MINISTRY, KINGSWAY.  
[Interval between horizontal lines equals 5 millibars. Final pressure  
(at M.S.L.) 1015.6]

FIG. 35.

Reproduit avec l'autorisation du Directeur du Meteorological Office.

de tonnerre les plus violents, accompagnés de pluies torrentielles, se produisirent à 2 h. 15 et à 3 h. 45 g. m. T. Le premier de ces coups de tonnerre se produisit environ dix minutes après l'enregistrement, au microbarographe de South Kensington, d'une pointe très prononcée et d'une chute d'eau très forte enregistrée par le pluviographe : si nous tenons compte de la distance de 4 milles (6 km.) qui séparent ces deux localités, nous trouvons encore une vitesse d'environ 25 milles comme vitesse du phénomène.

Il est nécessaire d'étudier l'orage de plus près avant de pouvoir expliquer sa formation avec certitude, mais l'examen des cartes du temps et des sondages aérologiques met en lumière plusieurs faits intéressants. Les sondages de la soirée qui a précédé l'orage montrent qu'entre 6 000 et 1 800 pieds d'altitude (environ 2 000 à 6 000 mètres), soufflait un courant uniforme au-dessus de la région où éclata l'orage; la direction et la force de ce courant concordent aussi avec la direction et la vitesse de l'orage; les observations de la direction des cirrus montrent que plus haut la direction du vent devait être sud-ouest. Les cartes synoptiques du 8 et du 9 indiquent un anticyclone sur le continent et une dépression presque stationnaire au large des côtes Ouest de l'Irlande, ainsi qu'un courant d'air d'origine polaire (ayant par suite une température basse en altitude) circulant autour de cette dépression.

D'autre part, un courant d'air chaud soufflait sur les districts Est : il semble très probable qu'une partie du courant polaire, arrivant à un niveau élevé, sur les districts du Sud-Ouest et essayant de se frayer un passage vers le Nord, s'étendit au-dessus du courant chaud : il se produisit ainsi une aire d'instabilité qui se déplaçait. Ceci donnerait l'explication du phénomène décrit plus haut.

M. A. GIBLETT.

---

## LA DÉCOUVERTE DE VAPEURS DE CALCIUM DANS LA VOIE LACTÉE.

L'analyse spectrale a permis, depuis quelque temps déjà, de reconnaître les éléments constitutifs des astres, et notamment des étoiles. C'est ainsi que l'on a découvert, dans les masses de celles-ci, la plupart des corps connus sur notre planète, et même quelques-uns que l'on n'est pas encore parvenu à y découvrir. Sans doute y parviendra-t-on

un jour, comme ce fut le cas pour l'hélium, et ainsi s'affirmera une fois de plus l'admirable unité de l'univers.

Ce n'est que beaucoup plus récemment que l'on s'est rendu compte de ce que l'espace intersidéral n'est pas aussi vide qu'il avait paru l'être pendant longtemps. Entendons par là qu'à côté des astres visibles, soit à l'œil nu, soit à l'aide de puissants instruments, il pouvait contenir des corps invisibles en quantités peut être très grandes, astres morts dont la lumière s'est éteinte après des millions de siècles d'existence, ou matière cosmique non encore agglomérée, sur laquelle la loi de la gravitation n'a pu produire, depuis l'origine des temps, aucun des effets grâce auxquels le génie d'un Newton a pu la formuler.

A vrai dire, les magnifiques recherches photographiques de E. E. Barnard, dont l'astronomie porte encore le deuil, et celles poursuivies depuis quelques années à l'observatoire du Mont Wilson, ont prouvé l'existence de nuages non lumineux de matière cosmique ou nébuleuses obscures, formant des masses d'importance au moins comparables à celles des nébuleuses lumineuses. Les photographies splendides publiées par l'Observatoire du Mont Wilson (1) ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet. Ces nébuleuses obscures paraissent même relativement opaques, à moins d'admettre qu'aucun astre visible par nos grands instruments ne se trouve au delà.

Mais la question peut se poser de savoir si la matière cosmique à l'état très raréfié ne se trouve pas en quantité très considérable dans l'espace intersidéral, en dehors des nébuleuses, que celles-ci soient lumineuses ou non.

Et d'abord, remarquons bien que dans ce dernier cas des nébuleuses sombres, l'on ne peut reconnaître leur existence que lorsque leurs contours se profilent, soit sur le champ lumineux d'une autre nébuleuse (ex. nébuleuse N. G. C. 1977 Orion) (2), soit sur un champ parsemé d'étoiles très faibles dont les rayons ne peuvent vaincre l'opacité du nuage (ex. nébuleuse sombre Barnard 72. Ophiucus) (3).

Or, l'analyse spectrale a permis, tout récemment, de déceler, non seulement l'existence, mais même la nature de nuages de matière cos-

---

(1) *Contributions from the Mount Wilson Observatory*, n° 256, par JOHN CHARLES DUNCAN, 1922.

(2) *Id.*, planche II.

(3) *Id.*, planche IV.

mique que ni la vue, ni la photographie n'auraient pu nous révéler. Et c'est bien là peut-être une des conquêtes les plus déconcertantes de cette science si jeune encore et cependant si féconde.

C'est l'apparition soudaine de la brillante Nova de l'Aigle, en 1918, qui fut l'occasion de cette découverte mémorable qui mérite d'être signalée.

L'éminent astronome anglais Evershed, de l'observatoire de Kcdai-kanal, Indes, remarqua que contrairement à toute attente, parmi les lignes nécessairement contournées et déplacées du spectre correspondant à l'état d'activité anormale et chaotique qui provoque l'apparition d'une Nova, se trouvaient des lignes sombres extrêmement ténues, mais parfaitement rectilignes. Il reconnut en elles les lignes du calcium, lesquelles se trouvaient exactement à leur emplacement normal dans le spectre.

Reprenant les observations publiées au sujet de Nova antérieures à celle de 1918, notamment pour Persei 1901, et d'autres relatives à certaines étoiles doubles dont, par suite des phénomènes dus au mouvement de révolution, les lignes spectrales se déplacent, Evershed trouva que les raies du calcium avaient attiré l'attention par leur fixité dans un certain nombre de cas, dix ou douze environ, ce qui confirmait sa découverte.

Dès lors, il ne s'agissait plus que d'en trouver l'explication.

Sachant que les raies sombres sont caractéristiques d'une absorption par un gaz; que leur rectitude et leur position à l'endroit voulu dans le spectre dépend du calme qui règne au sein de la masse absorbante, et que, d'autre part, ce calme n'existe et ne peut exister ni dans les gaz aux éruptions monstrueuses des Nova, ni dans les environs immédiats de ces astres turbulents, force est bien de conclure que, sur le trajet du rayon lumineux qui les réunit à nos yeux, il se trouve des nuages de matière cosmique correspondante aux lignes fines, et par conséquent au calcium.

Il est remarquable de considérer que, sans l'apparition des Nova, et sans les particularités présentées par les spectres des couples célestes, jamais l'existence de ces nuages de calcium n'aurait pu nous être révélée par les spectres des étoiles normales, car dans ce cas les raies de calcium de l'espace et celles des étoiles elles-mêmes se superposent.

Cette découverte unique et inattendue montre la richesse des procédés de la spectroscopie, et prouve que l'on peut espérer encore



beaucoup de cette branche si intéressante de l'astronomie moderne.

On peut se demander même, si l'une des conséquences de ce nouveau progrès ne sera pas de conduire à la revision des résultats donnés jusqu'ici par les spectres d'étoiles normales, et qui ont permis leur classification. Ne faut-il pas supposer, en effet, qu'à côté des vapeurs de calcium qui semblent bien se rencontrer en quantités considérables dans la voie lactée (puisque les cas relevés par Evershed se rencontrent dans cette région), des vapeurs non encore condensées d'autres corps peuvent flotter en masses énormes dans l'espace. Lorsqu'elles se trouveront sur le trajet d'un rayon stellaire, elles affecteront nécessairement le spectre de l'astre considéré, et l'on attribuera, dans la plupart des cas, la propriété des corps composant les nébuleuses invisibles à l'atmosphère des étoiles, alors que peut-être ces nébuleuses sont aussi éloignées de ces mêmes étoiles que de nous-mêmes.

Cette question ne pourra être résolue qu'avec beaucoup de temps et de patience, par l'étude de plus en plus approfondie des spectres des Nova, et surtout des couples, beaucoup plus nombreux heureusement, que les Nova, visiteuses éphémères et rarissimes des parages galactiques.

Et ainsi l'on en arriverait, peu à peu — la découverte d'importantes et nombreuses masses nouvelles de matière cosmique invisible venant s'ajouter à celles déjà plus anciennes des innombrables soleils noirs — à réformer cette idée que l'on s'était faite si longtemps d'un vide intersidéral complet. Du même coup, le mystère des étoiles à mouvement ultra rapide, incompatible avec l'idée que l'on se faisait de l'insuffisance des masses composant l'univers pourrait être expliqué, ce qui montre une fois de plus qu'en astronomie, comme dans les autres sciences, tout s'enchaîne et tout se tient.

MAX HAUPTMANN.

## LES ULTRARADIATIONS SOLAIRES ET LA RADIOACTIVITÉ

(Suite et fin.)

### Les résultats.

#### I. — Actions photogéniques.

Les photographies dont nous allons aborder l'étude, prises parmi un grand nombre d'autres, permettront de mettre en évidence les principaux phénomènes étudiés.

1° Le châssis fut exposé pendant une période d'activité solaire, dans une pièce close, pendant trois minutes ; le radium était placé sur ce châssis.

2° Le châssis était exposé en même temps que le précédent, mais cette fois en plein Soleil au lieu de l'être à l'ombre.

3° Enfin, le troisième châssis semblable aux précédents, était également exposé au Soleil, après avoir été préalablement recouvert d'une masse de *plomb* de 25 millimètres d'épaisseur.

La durée de l'exposition fut la même pour les trois châssis au radium. Les résultats furent donc entièrement comparables. Or, on voit sur les photographies, que dans la pièce close, l'action fut inappréciable ; dans le châssis exposé directement aux radiations solaires, l'action fut intense ; enfin l'action fut nulle dans le châssis recouvert de plomb (24 mars 1923).

4° De l'oxyde d'uranium fut introduit dans le châssis contre l'émulsion sensible, et l'exposition eut lieu dans une cave pendant six heures. Bien que l'on fût alors dans une période d'activité, il ne se produisit aucune impression appréciable.

5° Un châssis au radium placé dans une pièce close pendant trois heures, donna une impression nette (22 mars 1923).

6° Le 16 avril, un essai semblable au précédent fut répété pendant une durée de sept heures. L'action fut moindre que précédemment.

7° Un châssis au radium à fenêtre en celluloid donna dans une pièce close une impression très nette, au bout de vingt-quatre heures (24 avril 1923).

8° Un essai semblable au précédent fut répété le 2 mai pendant une période de moindre activité. L'impression photogénique fut plus

faible que précédemment après quarante-huit heures d'exposition, dans une pièce close.

9° Pendant une période d'activité, un châssis au radium, recouvert d'un carton noir, fut placé pendant trois heures dans une cave. On obtint une impression nette.

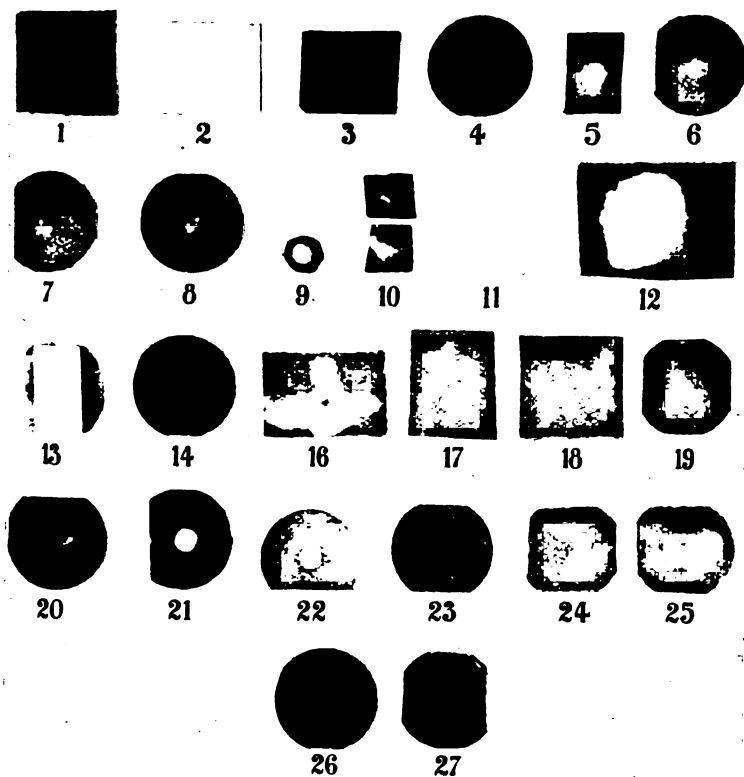


FIG. 26

10° Ce résultat présente un intérêt particulier. Une parcelle d'uranium avait été placée dans le châssis contre l'émulsion elle-même; le châssis fut appuyé verticalement contre la muraille; comme l'activité solaire était particulièrement forte ce jour-là, on obtint après

quatre heures d'exposition seulement, une forte impression se présentant sous forme de traînée lumineuse, analogue à une queue de comète, indiquant nettement que l'action ultraradiante provenait des régions supérieures, après avoir traversé toute l'épaisseur des bâtiments de construction.

11° Un écran en plomb mince fixé dans le châssis fut directement appliqué contre l'émulsion sensible. Le châssis fut exposé au Soleil pendant une heure. Comme l'activité solaire était élevée, l'impression photogénique fut forte, et l'impression s'étendit au delà des contours du plomb.

12° Un disque de plomb, placé au-dessus d'un châssis exposé pendant trois heures au Soleil, donna une forte impression avec irradiations sur les bords.

13° Une bande de plomb fut placée directement sur l'émulsion au milieu du châssis, une seconde bande de plomb fut disposée parallèlement à la précédente au-dessus du châssis, et une troisième bande, en aluminium, fut placée au-dessus du châssis. Après une demi-heure d'exposition au Soleil, on obtint une forte impression au centre, une plus faible sous la seconde et une impression nulle sous l'aluminium.

14° Une feuille de plomb appliquée directement contre l'émulsion sensible, pendant vingt-quatre heures dans une pièce close, ne donna aucune impression appréciable. Faible activité solaire.

15° De la poudre de bismuth fixée sur le châssis subit l'action solaire directe (14 juin 1922). On obtint une impression générale au dessous du bismuth, dans laquelle on aperçoit l'image d'une lanière de caoutchouc qui entourait le châssis.

16° De l'oxyde d'uranium en forme de croix appliqué contre l'émulsion à l'intérieur du châssis; le tout fut exposé au Soleil pendant trois heures pendant une période d'activité. On obtint une impression nette.

17° Un châssis au radium fut recouvert de deux épaisseurs de carton et exposé au Soleil pendant une période de forte activité (24 mars). On obtint une légère impression au bout de 30 minutes.

18° Un second châssis, semblable au précédent, avait été recouvert d'un écran de radium. On n'obtint qu'une faible impression résultant de la forte absorption produite par l'écran de radium.

19° Un châssis au radium avec fenêtre en celluloid, placé pendant

25 minutes dans une pièce close (14 avril 1923), donna pendant une période d'activité une impression très nette.

20° Un châssis muni d'un écran en aluminium recouvert de radium (19 avril 1922), dans lequel une feuille de celluloid avait été placée entre l'écran intérieur de plomb et l'émulsion, donna une impression nette, démontrant la perméabilité de l'aluminium et du celluloid aux radiations émises par le radium insolé.

21° Pendant une période d'activité (18 avril 1923) un châssis au radium avec fenêtre en aluminium fut recouvert de celluloid et exposé pendant 20 minutes au Soleil. La forte impression obtenue démontre la grande perméabilité du celluloid aux ultraradiations, ainsi que celle de l'aluminium au rayonnement photogénique du radium insolé.

22° Un châssis au radium avec fenêtre en carton, exposé pendant 10 minutes seulement au rayonnement d'un Soleil actif, accusa une forte impression.

23° Un essai semblable au précédent, fait avec un châssis au radium avec une fenêtre en aluminium, ne donna (23 avril 1923) après 2 heures d'exposition solaire qu'une très faible impression.

24° Action très faible (28 avril 1923) en plein Soleil avec châssis au radium après 1 heure d'exposition (faible activité).

25° Châssis avec carton noir et radium resta exposé dans une pièce close pendant vingt-quatre heures. Il ne se produisit aucune impression sensible.

26° On disposa à côté du châssis précédent un autre châssis semblable recouvert d'un bloc de plomb de 25 mm. d'épaisseur. Aucune impression ne fut constatée après vingt-quatre heures d'exposition.

27° On fit la même expérience que précédemment, en recouvrant l'écran du bloc de plomb utilisé dans les essais précédents, et on prolongea l'exposition dans la pièce close pendant quarante-huit heures. On obtint alors une légère impression. Le plomb sous forte épaisseur, paraît agir comme un absorbant des ultraradiations les moins rapides.

#### *Actions électrométriques.*

Nous donnerons sous forme de tableaux quelques résultats sur la décharge obtenue au soleil avec l'uranium, le bismuth et le plomb, pendant des périodes de forte et de faible activité solaire.

*Action radiante du Soleil sur l'électromètre.*

| Décharge de l'électromètre en 10 m. pendant le passage des radiations solaires à travers un écran de carton noir. | Décharge en 10 m. pendant le passage des ultraradiations à travers une couche d'oxyde d'uranium. | Décharge en 10 m. à travers une couche de bismuth en poudre. | DATE ET HEURE de l'observation. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 0°                                                                                                                | 40°                                                                                              | 15°                                                          | 20 juillet 1922<br>10-11 h.     |
| 6°                                                                                                                |                                                                                                  | 90°                                                          | 25 juillet 1922<br>11-12 h.     |
| 4°                                                                                                                | 40°                                                                                              | 25°                                                          | 28 juillet 1922<br>11-12 h.     |
| 0°                                                                                                                | 60°                                                                                              |                                                              | 26 août 1922<br>10-11 h.        |

**Périodes de maximum et de minimum d'activité solaire.**

*Action directe des radiations solaires sur le collecteur de l'électromètre.*

Décharge après cinq minutes d'exposition.

| FORTE ACTIVITÉ<br>Nombre de divisions | DATE ET HEURE                            | FAIBLE ACTIVITÉ<br>Nombre de divisions | DATE ET HEURE                  |
|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| 170°                                  | 23 juillet 1922<br>14 h.                 | 0°                                     | 17 juillet 1922<br>10 h. 30 m. |
| 170°                                  | 25 juillet 1922<br>14 h. 25 m.           | 10°                                    | 27 juillet 1922<br>11 h. 9 m.  |
| 170°                                  | 1 <sup>er</sup> août 1922<br>13 h. 45 m. | 10°                                    | 4 août 1922<br>15 h. 10 m.     |

L'observation a démontré qu'il se produit des variations très importantes dans l'action radiante du Soleil, d'une heure à l'autre, et parfois même d'un instant à l'autre. On a pu noter par exemple, le 26 juillet 1922, à 9 h. 30, une décharge irrégulière de l'électromètre, provoquant des chutes brusques de plusieurs degrés, suivies de longues périodes d'arrêt. Des résultats analogues furent constatés, le 26 août à 10 h. 30. Le passage d'un nuage devant le disque solaire suffisait pour réduire beaucoup la vitesse de la décharge.

Toutefois, pendant les périodes d'activité, un léger rideau nuageux ne suffit pas pour arrêter la décharge.

*Nombre de divisions de l'électromètre correspondant à une décharge négative pendant dix minutes d'action solaire directe.*

Uranium.

| FORTE ACTIVITÉ<br>SOLAIRE | DATE ET HEURE                      | FAIBLE ACTIVITÉ<br>SOLAIRE | DATE ET HEURE                  |
|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 110°                      | 17 juillet 1922<br>15 h.           | 10°                        | 17 juillet 1922<br>11 h. 10 m. |
| 120°                      | 26 juillet 1922<br>10 h.           | 40°                        | 17 juillet 1922<br>11 h. 43 m. |
| 150°                      | 27 juillet 1922<br>11 h. 40 m.     | 45°                        | 17 août 1922<br>10 h. 10 m.    |
| 100°                      | 30 juillet 1922<br>14 h. 25 m.     | 35°                        | 17 août 1922<br>11 h. 50 m.    |
| 100°                      | 1 <sup>er</sup> août 1922<br>14 h. | etc.                       | etc.                           |

Bismuth.

|     |                                   |     |                               |
|-----|-----------------------------------|-----|-------------------------------|
| 60° | 23 juillet 1922<br>9 h.           | 5°  | 16 juillet 1922<br>16 h.      |
| 90° | 25 juillet 1922<br>11 h. 15 m.    | 0°  | 21 juillet 1922<br>16 h.      |
| 50° | 1 <sup>er</sup> août 1922<br>etc. | 10° | 2 juillet 1922<br>15 h. 40 m. |

Plomb en feuille mince.

|      |                                          |            |                                |
|------|------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| 60°  | 23 juillet 1922<br>9 h. 25 m.            | 0°         | 17 juillet 1922<br>11 h.       |
| 50°  | 27 juillet 1922<br>14 h. 15 m.           | 8°         | 29 juillet 1922<br>13 h. 30 m. |
| 100° | 1 <sup>er</sup> août 1922<br>14 h. 20 m. | 0°<br>etc. | 14 juillet 1922<br>14 h. 10 m. |

Ces résultats démontrent que la radioactivité de l'uranium, du bismuth et du plomb subissent d'importantes modifications pendant la durée des variations de l'activité solaire (1). Des résultats analogues furent du reste constatés avec les mêmes dispositifs que précédemment dans l'intérieur d'une pièce close. On observa par exemple, le 17 juillet 1922, à 11 heures, pendant une période de faible activité, une décharge de l'électromètre de 5° en 3 minutes avec l'uranium; tandis que le 26 août, à 11 h. 4, pendant une période de grande activité, on nota une décharge de 100° pendant la même durée de 3 minutes.

Des résultats analogues furent constatés avec le radium; tous les faits observés avec l'uranium se reproduisant avec le radium, à l'intensité près. Citons quelques recherches faites pour déterminer le pouvoir absorbant de diverses substances sur les ultraradiations; au moyen de l'électromètre, on a obtenu les résultats suivants : Un écran de carton noir, interposé entre la plaque réceptrice de l'instrument et une couche de sel de radium, fixée contre la face opposée du carton, provoqua une décharge de 10° en 50 secondes. L'interposition d'une feuille de celluloid au-dessus du carton ne modifia pas sensiblement la durée de la décharge; ce fait démontre la grande perméabilité du celluloid à l'égard des ultraradiations.

L'interposition d'un second carton noir au-dessus du premier, ralentit sensiblement la vitesse de la décharge, qui se fait en 120 secondes. Avec une feuille de plomb très mince, la décharge se fait en 240 secondes. Si l'on interpose une feuille d'aluminium mince entre la couche de radium et l'électromètre, la décharge se fait en 60 secondes.

En recouvrant la feuille de carton noir d'une feuille mince de plomb, et en plaçant une feuille d'aluminium entre la couche de radium et l'instrument, la décharge se fit en 350 secondes. En maintenant un écran de carton au-dessus du radium, et en plaçant une feuille mince de plomb entre le radium et l'instrument, la décharge eut lieu en 300 secondes, etc.

Ces divers résultats, qui ne peuvent donner qu'une première approximation, confirment cependant ceux qui avaient été obtenus par la méthode photographique. On sait, du reste, que le degré d'absorption n'est pas le même pour les diverses radiations émises par le radium.

---

(1) Divers essais comparatifs ont permis de constater que l'effet *calorifique* dû au soleil était négligeable par rapport à celui que produit l'effet ultraradiant.



Les rayons  $\alpha$  sont facilement arrêtés par la plupart des écrans; les rayons  $\beta$  possèdent un pouvoir de pénétration sensiblement plus élevé que les rayons  $\alpha$ ; et enfin, les rayons  $\gamma$  possèdent un pouvoir de pénétration considérable qui a même raison du plomb, sous des épaisseurs modérées. Pour des épaisseurs égales, le pouvoir d'absorption des substances à l'égard des rayons  $\gamma$  croît avec le nombre atomique de celles-ci; nous avons vu qu'un résultat analogue paraissait se produire à l'égard des ultraradiations.

### Quelques déductions théoriques.

Il paraît résulter des observations que les substances à nombre atomique élevé, tels que le plomb, le radium, l'uranium, provoquent sous une faible épaisseur, l'absorption des ultraradiations les moins rapides, et que le pouvoir d'absorption de ces substances s'exerce ensuite sur les radiations de plus en plus rapides au fur et à mesure que l'épaisseur de ces substances augmente.

Si les nouvelles recherches en cours démontrent réellement que le pouvoir absorbant des substances à nombre atomique élevé croît en raison directe de leur épaisseur, on serait logiquement amené à admettre qu'un fragment de radium, ou d'une substance radioactive quelconque, enfermé dans un espace clos dont les parois isolantes seraient formées par une forte épaisseur d'uranium métallique, entraînerait la cessation des phénomènes de radioactivité du radium, ou tout au moins les atténuerait dans une forte proportion, si les ultraradiations extrêmement pénétrantes, qui sont susceptibles de traverser de fortes épaisseurs d'uranium, provoquent encore la désagrégation atomique, fait que nous ignorons encore actuellement.

L'étude du phénomène pourrait être faite par le dosage de l'hélium libéré dans l'enceinte close, ainsi que par la mesure des charges électriques libérées. Quoi qu'il en soit, les premiers résultats déjà constatés démontrent une diminution très nette de la radioactivité du radium par l'interposition d'épaisseurs suffisantes de plomb et d'uranium. Il semble donc que nous nous éloignons beaucoup des hypothèses qui sont admises généralement sur les caractères de spontanéité et de constance de la radioactivité du radium! Il convient également d'ajouter que le mode de mesure adopté pour la radioactivité du radium, par comparaison avec celle de l'uranium, a pu contribuer, pour une large part, à accréditer cette opinion, car la valeur relative de la radioacti-

tivité du radium et de l'uranium paraissent varier dans une même proportion, sous l'action des ultraradiations extérieures.

On doit cependant reconnaître qu'un certain nombre de physiciens ne s'étaient pas rangés à l'avis général de la radioactivité spontanée de la matière; ils soupçonnaient, dans ce phénomène, l'intervention d'une cause extérieure qu'ils n'avaient pas encore déterminée.

Il pourrait résulter des considérations précédentes de nombreuses déductions nouvelles à en tirer. Signalons-en quelques-unes, relatives à la physique terrestre. Si les ultraradiations traversent les couches terrestres aussi facilement que les matériaux de construction, elles pourraient atteindre les substances à valence élevée que renferme le sol en grande quantité, à une certaine profondeur. Elles provoqueraient une désintégration lente et continue de ces substances, susceptibles d'amener à la suite des siècles, des modifications profondes dans la composition des matériaux terrestres.

D'autre part, l'action des ultraradiations sur les substances radioactives renfermées dans le sol pourrait être mise en évidence par une étude de la radioactivité des sources thermales provenant des régions internes de la terre. Nous avons effectivement pu constater, dans des recherches entreprises dès l'année 1906 (Rapport présenté à l'Académie de Médecine, en 1906, sur la radioactivité des sources thermales) sur diverses sources thermales de la région des Pyrénées, que la radioactivité variait souvent, d'un jour à l'autre, dans des proportions très importantes. Sa valeur était parfois relativement élevée pendant les journées chaudes et orageuses, accompagnées, le plus souvent, de vents du Sud, concordant avec des passages de centres actifs au voisinage du méridien central du Soleil et avec une action ultraradiante élevée; tandis qu'au contraire, la radioactivité thermique était faible et, souvent même, nulle pendant les journées froides accompagnées de vents du Nord, correspondant à des périodes de faible activité solaire. Il semblerait donc, jusqu'à plus ample informé, qu'il existe d'étroites relations entre l'activité solaire, les ultraradiations et les phénomènes de désintégration terrestre.

En résumé, il semblerait résulter des faits précédents que :

1° La radioactivité de la matière paraît être principalement provoquée par des ultraradiations très pénétrantes, notablement plus rapides que les rayons  $\gamma$ , émises directement par le Soleil, et indirectement par la haute atmosphère.

2° La désintégration atomique paraît être fonction de l'intensité des ultraradiations.

3° Cette intensité est beaucoup plus élevée au Soleil qu'à l'ombre; elle est moindre dans une pièce close ou dans le sol. Elle est plus grande pendant les périodes d'activité solaire, correspondant à une composante magnétique horizontale élevée. Elle croît avec l'élévation du Soleil à l'horizon. Elle subit des variations parfois rapides et importantes, sans causes apparentes.

4° Le pouvoir absorbant des diverses substances sur les ultraradiations paraît être analogue à celui qu'elles exercent à l'égard des rayons  $\gamma$ , l'absorption la plus grande étant provoquée par les substances à nombre atomique élevé. Sous une faible épaisseur, des substances paraissent absorber les ultraradiations les plus lentes, tandis qu'elles laissent filtrer les radiations les plus rapides. Sous forte épaisseur, les mêmes substances ne paraissent laisser passer que des radiations de très courtes longueurs d'onde.

5° Il résulterait en dernier lieu, des considérations précédentes, que la désintégration atomique paraît être d'autant plus active et profonde, que l'action solaire est plus intense et que le pouvoir de pénétration des ultraradiations augmente.

ALBERT NODON,  
Docteur ès-sciences,  
Président de la Société Astronomique de Bordeaux.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR NOVEMBRE 1923.

SOLEIL. — L'orbe du Soleil est marquée par les constellations de la Balance et du Scorpion. Ce sont les étoiles du Bélier et du Taureau; de Persée, avec Algol, qui culminent, le 15, vers minuit.

Le 23 novembre, à 7 h. 54 m. (temps légal), le Soleil entre dans le signe zodiacal du Sagittaire. Les jours décroissent du 31 octobre au 30 novembre, de 1 h. 22 m.

| Date                 | Lever | Passage au<br>méri dien | Coucher | A. R.    | D.       |
|----------------------|-------|-------------------------|---------|----------|----------|
|                      | h. m. | h. m. s.                | h. m.   | h. m. s. |          |
| Novembre 1 . . . . . | 6 33  | 11 26 14                | 16 20   | 14 22 40 | — 14°11' |
| 11 . . . . .         | 6 50  | 11 26 35                | 16 3    | 15 2 26  | — 17 13  |
| 21 . . . . .         | 7 6   | 11 28 19                | 15 50   | 15 43 36 | — 19 45  |
| Décembre 1 . . . . . | 7 22  | 11 31 22                | 15 41   | 16 26 5  | — 21 42  |

L'heure du passage au méridien donne le temps légal à midi vrai d'Uccle.

LUNE. — Les phases de la Lune en novembre sont :

- ☾ D. Q. le 1<sup>er</sup> à 20 h. 49 m.
- ☉ N. L. le 8 à 15 h. 27 m. Périgée le 8 à 15 h.
- ☾ P. Q. le 15 à 9 h. 41 m. Apogée le 22 à 3 h.
- ☼ P. L. le 23 à 12 h. 58 m.

Limites des déclinaisons de la Lune :

- Le 11 : — 18°45' Hauteur minimum : 20°27'
- Le 26 : + 18°52' Hauteur maximum : 58° 4'

Occultations d'étoiles par la Lune :

| Date       | Etoile             | Gr. | Immersion |               |     | Emersion |               |     |
|------------|--------------------|-----|-----------|---------------|-----|----------|---------------|-----|
|            |                    |     | T. L.     | Angle :<br>P. | Z.  | T. L.    | Angle :<br>P. | Z.  |
|            |                    |     | h. m.     | °             | °   | h. m.    | °             | °   |
| Novembre 5 | β Vierge           | 3.8 | 7 45      | 128           | 138 | 8 55     | 282           | 278 |
| 11         | 39 G Sagittaire    | 6.3 | 17 41     | 134           | 106 | 18 24    | 225           | 186 |
| 12         | 190 B Sagittaire   | 5.4 | 15 30     | 73            | 72  | 16 43    | 277           | 261 |
| 18         | 10 Baleine         | 6.4 | 22 7      | 32            | 11  | 23 12    | 278           | 249 |
| 21         | 39 B Bélier        | 6.5 | 2 28      | 120           | 81  | 3 14     | 208           | 168 |
| 23         | 48 Taureau         | 6.3 | 18 46     | 102           | 143 | 19 42    | 225           | 265 |
| 23         | γ Taureau          | 3.9 | 21 8      | 115           | 151 | 22 7     | 211           | 236 |
| 24         | 70 Taureau         | 6.4 | 1 12      | 130           | 110 | 2 4      | 209           | 180 |
| 24         | 264 B Taureau      | 4.8 | 4 10      | 105           | 65  | 5 13     | 245           | 204 |
| 24         | 275 B Taureau      | 6.5 | 5 47      | 88            | 47  | 6 46     | 265           | 226 |
| 24         | α Taureau (Aldéb.) | 1.1 | 6 58      | 50            | 12  | 7 41     | 304           | 269 |
| 26         | 74 G Gémeaux       | 6.2 | 19 1      | 67            | 105 | 19 52    | 286           | 326 |
| 28         | 2 B Cancer         | 6.0 | 6 19      | 175           | 138 | 6 33     | 259           | 221 |
| 28         | 5 Cancer           | 5.9 | 7 36      | 136           | 96  | 8 30     | 251           | 210 |
| 28         | 90 B Cancer        | 6.3 | 21 23     | 114           | 154 | 22 19    | 257           | 297 |

Le 22 : L'étoile 8 B Taureau (gr. 6.2) passe, en appulse à Uccle, à 1<sup>re</sup> du bord lunaire sud (106° en comptant vers l'est) à 17 h. 22 m. environ.

Le 24 : Lors de l'occultation d'Aldébaran (α Taureau), la Lune se couche, à Uccle, à 7 h. 34 m. L'émersion est donc inobservable.

**Marées.** — Les plus grandes marées du mois ont lieu : le 10 novembre, à 13 h. 16 m., à Ostende (hauteur au-dessus du niveau moyen : 2<sup>m</sup>46) et à 16 h. 32 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>80); le 26 novembre, à 1 h. 20 m. à Ostende (hauteur 1<sup>m</sup>80) et à 4 h. 36 m à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>04).

La marée du 10 novembre atteindra une très forte amplitude.

### Planètes.

Eléments des diverses planètes en novembre :

| Astre    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.       | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|----------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |          |                   |
| Mercure. | 11   | 6 36  | 11 16   | 15 55   | 14 52 | — 16°10' | 1.43              |
| Vénus.   | 1    | 7 51  | 12 20   | 16 49   | 15 17 | — 18 2   | 1.65              |
|          | 11   | 8 22  | 12 32   | 16 42   | 16 8  | — 21 14  | 1.62              |
|          | 21   | 8 51  | 12 46   | 16 41   | 17 1  | — 23 27  | 1.59              |
| Mars.    | 1    | 3 50  | 9 39    | 15 29   | 12 35 | — 2 40   | 2.46              |
|          | 11   | 3 45  | 9 23    | 15 0    | 12 59 | — 5 11   | 2.40              |
|          | 21   | 3 42  | 9 7     | 14 32   | 13 23 | — 7 39   | 2.34              |
| Jupiter. | 1    | 8 0   | 12 34   | 17 3    | 15 31 | — 18 16  | 6.02              |
|          | 11   | 7 35  | 12 1    | 16 26   | 15 40 | — 18 48  | 6.35              |
|          | 21   | 7 11  | 11 34   | 15 56   | 15 49 | — 19 18  | 6.36              |
| Saturne. | 1    | 5 12  | 10 38   | 16 4    | 13 36 | — 7 32   | 10.67             |
|          | 11   | 4 40  | 10 4    | 15 28   | 13 40 | — 7 57   | 10.62             |
|          | 21   | 4 7   | 9 29    | 14 52   | 13 44 | — 8 20   | 10.55             |
| Uranus.  | 16   | 13 36 | 19 4    | 0 33    | 23 1  | — 7 9    | 19.72             |
| Neptune. | 16   | 22 13 | 5 37    | 12 57   | 9 31  | + 14 55  | 30.03             |

**MERCURE** : Inobservable. En conjonction supérieure avec le Soleil le 16; passe à l'aphélie le 24.

**VÉNUS** : Reparaît, à l'occident, dans les lueurs crépusculaires du soir. Constellations de la Balance et du Scorpion. Au nord d'Antarès ( $\alpha$  Scorpion), le 14.

**MARS** : Dans la Vierge, reparaît le matin, à l'orient. Au nord de l'Epi ( $\alpha$  Vierge), le 20.

**JUPITER** : Dans la Balance, devient inobservable. En conjonction avec le Soleil, le 22.

**SATURNE** : Dans la Vierge, au nord-est de l'Epi, reparaît à l'orient, dans le crépuscule du matin. Diamètre le 15 : 14"5.

**URANUS** : Dans le Verseau. Visible dans la première moitié de la nuit. Diamètre le 15 : 3"4.

**NEPTUNE** : Dans le Lion. Visible le matin. En quadrature avec le Soleil le 13.

### CONJONCTIONS.

|                                                        |                         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| Le 2, à 20 heures, Neptune en conjonction avec la Lune | à 1° 58' N.             |
| 4, à 20 heures, Vénus                                  | » » Jupiter à 0° 45' S. |
| 6, à 10 heures, Mars                                   | » » la Lune à 1° 49' S. |
| 7, à 8 heures, Saturne                                 | » » la Lune à 1° 27' S. |
| 8, à 6 heures, Mercure                                 | » » la Lune à 3° 53' S. |
| 9, à 8 heures, Jupiter                                 | » » la Lune à 4° 18' S. |
| 9, à 16 heures, Vénus                                  | » » la Lune à 5° 17' S. |

|                                                    |                         |
|----------------------------------------------------|-------------------------|
| 17, à 3 heures, Uranus en conjonction avec la Lune | à 0° 21' S.             |
| 20, à 6 heures, Mercure                            | » » Jupiter à 1° 24' S. |
| 30, à 3 heures, Mars                               | » » la Lune à 1° 24' S. |

### Phénomènes divers.

*Satellites de Jupiter.* — Les satellites de Jupiter sont invisibles pendant le mois de novembre et la première moitié du mois de décembre, la planète étant trop près du Soleil.

*Etoiles filantes.* — Le ciel de novembre est, avec celui d'août, le plus fertile en apparitions d'étoiles filantes. Voici, d'après les données de Denning, la répartition des radiants actifs en ce mois :

|                           |                                         |                                                     |
|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Du 1 <sup>er</sup> au 8 : | $\alpha = 3 \text{ h. } 50 \text{ m.}$  | $\delta = + 20^\circ$ , près de A Taureau.          |
| Du 13 au 14 :             | $\alpha = 3 \text{ h. } 30 \text{ m.}$  | $\delta = + 32^\circ$ , près de $\sigma$ Persée     |
| Du 13 au 18 :             | $\alpha = 10 \text{ h.}$                | $\delta = + 23^\circ$ , près de $\zeta$ Lion.       |
| Du 13 au 14 :             | $\alpha = 18 \text{ h. } 30 \text{ m.}$ | $\delta = + 56^\circ$ , près de 2348 Bradley.       |
| Le 16 et du 25 au 28 :    | $\alpha = 10 \text{ h. } 20 \text{ m.}$ | $\delta = + 40^\circ$ , près de $\mu$ Grande-Ourse. |
| Les 20 et 27 :            | $\alpha = 4 \text{ h. } 10 \text{ m.}$  | $\delta = + 22^\circ$ , près de $\omega_2$ Taureau. |
| Le 27 :                   | $\alpha = 1 \text{ h. } 40 \text{ m.}$  | $\delta = + 43^\circ$ , près de $\gamma$ Andromède. |
| Le 28 :                   | $\alpha = 21 \text{ h. } 50 \text{ m.}$ | $\delta = + 62^\circ$ , près de $\alpha$ Céphée.    |

Le radiant proche de  $\zeta$  Lion (du 13 au 18) est l'essaim bien connu des Léonides qui circule dans l'orbite de la comète I de 1886 découverte par Tempel; il donne des météores rapides et à traînées.

Le radiant proche de  $\gamma$  Andromède, centre d'une région d'émanation très étendue et très irrégulière qui se manifeste dès le 17, est l'essaim remarquable des Andromédides ou Biéléides, lentes et à traînées. En connexion avec la comète Biéla, il a donné lieu, en 1872 et en 1885, à un très grand flux d'étoiles filantes. Les 13 et 23 sont des dates à bolides.

*Variables.* — Minimum d'Algol : le 3 à 1 h. 34 m.; le 5 à 22 h. 23 m.; le 8 à 19 h. 12 m.; le 23 à 3 h. 16 m.; le 26 à 0 h. 5 m.; le 28 à 20 h. 54 m.

*Constellations.* — Le 15 novembre, à 22 heures, visibles au-dessus de l'horizon de Bruxelles :

Au zénith : Le Bélier, Persée, Andromède.

Au Nord : Cassiopée, Céphée, la Petite et la Grande-Ourse.

A l'Est : Les Gémeaux, Orion le Taureau.

Au Sud : L'Eridan, la Baleine et les Poissons.

A l'Ouest : Pégase, le Verseau, le Cygne et la Lyre. Altair très bas.

La Voie Lactée s'étend de l'Est à l'Ouest et passe au Nord du Zénith.

*Lumière zodiacale.* — A rechercher le matin, avant l'aurore. Observer la lueur antisolaire, le 4, vers minuit, dans le Bélier.

G. COUTREZ.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR DÉCEMBRE 1923.

SOLEIL. — L'orbe du Soleil est marquée par les constellations australes du Serpent et du Sagittaire. Ce sont les étoiles des constellations du Cocher, des confins des Gémeaux et du Taureau, d'Orion qui culminent, le 15, vers minuit.

Le 22 décembre, à 20 h. 53 m., le Soleil entre dans le signe zodiacal du Capricorne — le Zodiaque ayant rétrogradé d'un signe par suite de la précession des équinoxes, c'est en réalité le Sagittaire qui joue le rôle de dixième demeure solaire. — A ce moment, l'astre central franchit le point solsticial d'hiver et marque le commencement de cette saison.

Les jours décroissent, du 30 novembre au 20 décembre, de 0 h. 24 m., ils croissent, du 21 au 31 décembre, de 0 h. 3 m.

| Date               | Lever | Passage au<br>méridien | Coucher | A. R.    | D.       |
|--------------------|-------|------------------------|---------|----------|----------|
|                    | h. m. | h. m. s.               | h. m.   | h. m. s. |          |
| Décembre 1 . . . . | 7 22  | 11 31 22               | 15 41   | 16 26 5  | — 21°42' |
| 11 . . . .         | 7 34  | 11 35 32               | 15 37   | 17 9 40  | — 22 57  |
| 21 . . . .         | 7 42  | 11 40 21               | 15 38   | 17 53 55 | — 23 26  |
| 31 . . . .         | 7 46  | 11 45 17               | 15 45   | 18 38 17 | — 23 9   |

L'heure du passage au méridien donne le temps légal à midi vrai d'Uccle. Ce temps est l'heure qu'une pendule doit marquer lorsque le centre du Soleil passe au méridien. Il est alors midi au cadran solaire.

LUNE. — Les phases de la Lune de décembre sont :

- ☾ D. Q. le 1<sup>er</sup> à 10 h. 9 m.
- ☉ N. L. le 8 à 1 h. 30 m.
- ☾ P. Q. le 15 à 2 h. 38 m. Périgée le 7 à 3 h.
- ☾ P. L. le 23 à 7 h. 33 m. Apogée le 19 à 11 h.
- ☾ D. Q. le 30 à 21 h. 7 m.

Limites des déclinaisons de la Lune :

Le 9 : — 18°59'. Hauteur minimum : 20°13'.

Le 22 : + 18°44'. Hauteur maximum : 57°56'.

Occultations d'étoiles par la Lune :

| Date        | Etoile         | Gr. | Immersion |         |     | Émersion |         |     |
|-------------|----------------|-----|-----------|---------|-----|----------|---------|-----|
|             |                |     | T. L.     | Angle : |     | T. L.    | Angle : |     |
|             |                |     | h. m.     | °       | °   | h. m.    | °       | °   |
| Décembre 14 | 317 B. Verseau | 6.3 | 18 30     | 6       | 352 | 19 11    | 304     | 286 |
| 18          | 389 B. Baleine | 6.3 | 20 48     | 54      | 48  | 22 8     | 261     | 238 |
| 20          | 179 B. Taureau | 5.9 | 22 41     | 118     | 105 | 23 43    | 215     | 190 |
| 21          | 48 Taureau     | 6.3 | 3 43      | 142     | 101 | 4 14     | 205     | 165 |
| 21          | 318 B. Taureau | 5.7 | 22 29     | 86      | 88  | 23 52    | 254     | 234 |
| 24          | 74 B. Gémeaux  | 6.2 | 2 53      | 134     | 100 | 3 51     | 238     | 199 |
| 25          | f Gémeaux      | 5.3 | 2 20      | 68      | 49  | 3 24     | 313     | 282 |
| 26          | 90 B. Cancer   | 6.3 | 5 2       | 156     | 120 | 5 47     | 236     | 197 |
| 28          | 44 Lion        | 5.9 | 7 58      | 163     | 125 | 8 36     | 238     | 199 |
| 31          | k Vierge       | 5.7 | 6 44      | 149     | 141 | 7 44     | 261     | 243 |

*Remarques* : Le 1<sup>er</sup> : L'étoile 44 Lion (gr. 5,9) rase le bord lunaire sud, à 19<sup>50</sup> en comptant vers l'est, à 0 h. 42 m. environ.

Le 15 : Appulse de 5 Baleine (gr. 6,3) à 1<sup>13</sup> du bord lunaire sud (155° en comptant vers l'est) à 18 h. 20 m. environ.

Le 17 : Appulse de 7 Poissons (gr. 4,7) à 0<sup>4</sup> du bord lunaire sud (155° en comptant vers l'est) à 19 h. 25 m. environ.

*Marées.* — Les plus grandes marées du mois ont lieu : le 10 décembre, à 13 h. 46 m. à Ostende (hauteur 2 m. 31) et à 17 h. 2 m. à Anvers (hauteur 2 m. 62); et le 26 décembre, à 1 h. 39 m. à Ostende (hauteur 1 m. 78) et à 4 h. 55 m. à Anvers (hauteur 2 m. 02).

### Planètes

Éléments des diverses planètes, en décembre :

| Astre    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.       | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|----------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |          |                   |
| Mercure. | 1    | 8 16  | 12 8    | 15 55   | 17 2  | — 24°30' | 1.41              |
|          | 11   | 8 57  | 12 36   | 16 15   | 18 10 | — 25 40  | 1.31              |
|          | 21   | 9 13  | 13 1    | 16 50   | 19 15 | — 24 25  | 1.14              |
| Vénus.   | 1    | 9 13  | 13 1    | 16 49   | 17 56 | — 24 30  | 1.56              |
|          | 11   | 9 28  | 13 17   | 17 6    | 18 51 | — 24 19  | 1.52              |
|          | 21   | 9 32  | 13 31   | 17 30   | 19 45 | — 22 53  | 1.48              |
| Mars.    | 1    | 3 39  | 8 52    | 14 5    | 13 47 | — 10 2   | 2.27              |
|          | 11   | 3 36  | 8 37    | 13 38   | 14 11 | — 12 18  | 2.20              |
|          | 21   | 3 33  | 8 23    | 13 12   | 14 36 | — 14 26  | 2.12              |
| Jupiter. | 1    | 6 44  | 11 4    | 15 23   | 15 59 | — 19 47  | 6.35              |
|          | 11   | 6 17  | 10 33   | 14 50   | 16 7  | — 20 13  | 6.31              |
|          | 21   | 5 49  | 10 3    | 14 17   | 16 16 | — 20 37  | 6.26              |
| Saturne. | 1    | 3 34  | 8 54    | 14 14   | 13 48 | — 8 42   | 10.45             |
|          | 11   | 3 0   | 8 18    | 13 37   | 13 52 | — 9 1    | 10.34             |
|          | 21   | 2 25  | 7 42    | 13 0    | 13 55 | — 9 18   | 10.20             |
| Uranus.  | 1    | 12 37 | 18 5    | 23 34   | 23 1  | — 7 9    | 19.97             |
|          | 16   | 11 38 | 17 7    | 22 36   | 23 2  | — 7 4    | 20.23             |
| Neptune. | 1    | 21 14 | 4 38    | 11 58   | 9 31  | + 14 56  | 29.77             |
|          | 16   | 20 14 | 3 38    | 10 59   | 9 31  | + 14 58  | 29.53             |

**MERCURE** : Étoile du soir vers le 27 décembre, époque de sa plus grande élongation orientale (19°43' à 19 heures). Diamètre le 27 : 6"7; grandeur : — 0,3.

**VÉNUS** : Dans le Sagittaire, visible le soir. Disque illuminé : 0,92; diamètre : 11"2; grandeur : — 3,4. Passe à l'aphélie le 9 à 8 heures.

**MARS** : Dans la Vierge, puis la Balance, visible le matin. Diamètre : 4"4. L'intéressante planète reviendra en 1924 à sa plus petite distante de la Terre, à 55,577,000 kilomètres, et présentera un diamètre apparent de 25"1.

**JUPITER** : Visible le matin, un peu avant l'aurore, dans la constellation du Scorpion. Diamètre le 15 : 29"2, le 31 : 29"8.

**SATURNE** : Dans la constellation de la Vierge, visible le matin. Diamètre le 15 : 14"6.



URANUS : Dans le Verseau, visible le soir. Diamètre : 3"4. En quadrature orientale avec le Soleil, le 6, à 20 heures.

NEPTUNE : Visible presque toute la nuit dans le Lion. Diamètre : 2"4.

### CONJONCTIONS.

|                         |                     |         |                        |
|-------------------------|---------------------|---------|------------------------|
| Le 2, à 8 heures, Mars  | en conjonction avec | Saturne | à 1° 30' S.            |
| 3, à 18 heures, Mercure | »                   | »       | θ Ophiuchus à 0° 2' S. |
| 4, à 23 heures, Saturne | »                   | »       | la Lune à 1° 43' S.    |
| 5, à 1 heure, Mars      | »                   | »       | la Lune à 3° 19' S.    |
| 7, à 5 heures, Jupiter  | »                   | »       | la Lune à 4° 23' S.    |
| 8, à 23 heures, Mercure | »                   | »       | la Lune à 6° 47' S.    |
| 9, à 17 heures, Vénus   | »                   | »       | la Lune à 5° 29' S.    |
| 14, à 11 heures, Uranus | »                   | »       | la Lune à 0° 1' S.     |
| 27, à 7 heures, Neptune | »                   | »       | la Lune à 1° 29' N.    |

### Phénomènes divers.

*Satellites de Jupiter.* — La planète se dégage des lueurs solaires. Les phénomènes des satellites redeviennent observables dans la seconde moitié du mois. A signaler l'éclipse, disparition du satellite I, le 31, à 6 h. 56 m. 2.

*Etoiles filantes.* — Décembre ne présente pas, au point de vue météorique, l'intérêt du mois qui le précède. Les essaims se manifestent aux dates suivantes :

|                          |                         |                                                          |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> décembre | $\alpha = 2$ h. 52 m.   | $\delta = + 56^{\circ}$ , près de $\eta$ Persée.         |
| 1 <sup>er</sup> au 10    | » $\alpha = 7$ h. 48 m. | $\delta = + 32^{\circ}$ , près de $\alpha\beta$ Gémeaux. |
| 4 au 13                  | » $\alpha = 14$ h.      | $\delta = + 63^{\circ}$ , près de $\alpha$ Dragon.       |
| 6                        | » $\alpha = 5$ h. 20 m. | $\delta = + 23^{\circ}$ , près de $\zeta$ Taureau.       |
| 6 au 13                  | » $\alpha = 9$ h. 56 m. | $\delta = + 41^{\circ}$ , près de 254 Piazzi IX h.       |
| 8 au 12                  | » $\alpha = 7$ h. 8 m.  | $\delta = + 33^{\circ}$ , près de $\alpha$ Gémeaux.      |
| 10 au 12                 | » $\alpha = 8$ h. 40 m. | $\delta = + 46^{\circ}$ , près de $\iota$ Grande-Ourse.  |

Les météores du radiant  $\alpha$  Dragon, actif du 4 au 13, semblent provenir de la désagrégation de la comète Pons, découverte en 1811, et dont la durée de révolution serait de 845 ans, d'après les calculs de Nicolaï.

Le radiant  $\alpha$  Gémeaux, actif du 8 au 12, est le plus intéressant de ce mois. Les étoiles filantes, appelées les Géménides, sont rapides et courtes. L'essaim se présente dans de bonnes conditions d'observation, entre la nouvelle Lune et le premier quartier.

Les essaims du 6 au 13, actuellement peu riches, ont eu, dans le passé, des chutes considérables d'étoiles filantes.

Les dates à bolides sont les 9, 12, 13 et 24.

*Variables.* — Minimum d'Algol : le 1<sup>er</sup> à 17 h. 43 m.; le 13 à 4 h. 59 m.; le 16 à 1 h. 48 m.; le 18 à 22 h. 38 m.; le 21 à 19 h. 27 m.

*Constellations* — Le 15 décembre, à 22 heures, visibles au-dessus de l'horizon de Bruxelles :

Au Zénith : Persée, le Cocher et le Taureau.

Au Nord : Cassiopée, Céphée, le Dragon et les Oursés.

A l'Est : Regulus se lève, les Gémeaux, le Cancer, le Petit Chien.

Au Sud : Orion avec Sirius au S. E. L'Eridan et la Baleine.

A l'Ouest : Andromède et Pégase ; le Cygne et la Lyre disparaissent au N. O.

La Voie Lactée court du S. E. au N. O. et passe par le Zénith. Elle sépare les constellations d'Orion et du Grand-Chien, du Taureau, d'Andromède et de Pégase de celles du Petit-Chien, des Gémeaux, de Céphée et de la Lyre. Elle recouvre les constellations du Cocher, de Cassiopée et du Cygne.

*Lumière zodiacale.* — On commence à l'apercevoir le soir, à l'ouest, après le crépuscule et vers la fin du mois.

La lueur antisolaire atteint en hiver sa plus grande hauteur. C'est en décembre et en janvier qu'il faut la rechercher, par une nuit noire, au point de l'écliptique distant de 180° du Soleil.

G. COUTREZ.

## SILHOUETTES D'ASTRONOMES CONTEMPORAINS.

PREMIÈRE SÉRIE (*suite*).

### III. — Knut ANGSTRÖM (1857-1910).

(*Suite.*)

Ce fut à la séance du 11 septembre 1905, tenue à Innsbruck par la Conférence météorologique internationale que, sur la proposition du savant autrichien J.-M. Pernter, la Conférence susdite adopta la résolution suivante : « Les observatoires principaux, avant tout, et les autres, dans les limites de leurs ressources, sont invités à mesurer le rayonnement du Soleil et de la Terre. Les mesures doivent être exécutées tous les jours ; les mesures du rayonnement du Soleil, à 11 heures, ou à partir de 11 heures du matin jusqu'à 1 heure ; les mesures du rayonnement de la Terre, à 10 heures du soir, ou de 10 heures à minuit. Comme appareil, on doit employer exclusivement le pyrhéliomètre à compensation d'Angström ».

A la même Conférence et à la même séance, Knut Angström fut élu président de la Commission de radiation solaire.

La même année, à la séance du 28 septembre 1905, sur la proposition de M. le professeur A. Schuster, l'International Union for Cooperation in Solar Research décida, en vue d'amener de l'uniformité, que : 1° des observations sur l'intensité de la radiation solaire seraient faites dans différentes localités, autant que possible avec le même type d'instrument ; 2° qu'actuellement le pyrhéliomètre d'Angström est à adopter comme instrument étalon ; 3° qu'il est désirable d'obtenir des comparaisons précises entre les enregistrements du pyrhéliomètre d'Angström et d'autres instruments étalons.

Knut Angström a publié d'autres descriptions de son pyrhéliomètre à compensation : 1° dans *The Astrophysical Journal*, vol. IX, 1899, pages 332 à 346 : *The absolute determination of the radiation of heat, with the electrical compensation-pyrheliometer, with examples of the application of this instrument* (ce travail est une traduction anglaise de l'article cité plus haut, et qui a été inséré dans les *Annalen der Physik und Chemie*, Neue Folge, vol. 67, 1899, p. 633 à 648) ; 2° dans les *Transactions of the International for cooperation in Solar Research*, volume Ier, Manchester, 1906, (*First and second Conferences*), Knut Angström a inséré une étude (p. 178-180) intitulée *The Compensating Pyrheliometer*. Il y expose aux membres de la Conférence les principes de l'instrument, son maniement et les perfectionnements intéressants que celui-ci a subis récemment. L'auteur résume les avantages de cette méthode pour la détermination de la chaleur radiante, en comparaison avec

d'autres pour le même but : 1° toutes les corrections pour les pertes de chaleur par courants de convection, par conduction, sont parfaitement éliminées, ces pertes de chaleur étant les mêmes pour les deux bandes; 2° l'instrument travaille rapidement; environ trente secondes sont nécessaires pour déterminer si l'instrument est prêt à l'usage; 3° la portée jusqu'à laquelle l'instrument peut être utilisé est très grande : des intensités à partir de

$$0,000025 \text{ à } 3 \frac{\text{gr. cal.}}{\text{min. cm}^2}$$

peuvent être déterminées, qui rendent l'instrument propre à la comparaison de sources d'intensités très différentes; 4° la précision de l'instrument est grande : la différence la plus élevée entre des déterminations avec différents instruments — les constantes étant directement déterminées — doit être de 2 p. c. et la différence entre des déterminations de la même radiation avec le même instrument est seulement environ 1/4 p. c. En conséquence, celle-ci doit être aussi la différence maxima entre des enregistrements d'instruments comparés avec un autre. Les principaux perfectionnements subis par l'instrument concernent la matière des bandes et le rattachement des thermo-éléments. Par suite de l'emploi de manganine pour les bandes, toutes les corrections pour l'influence de la température sur la résistance des bandes sont pratiquement inutiles. Knut Angström conclut en disant que le pyrhéliomètre à compensation, sous sa forme actuelle (1905), est l'unique instrument suffisamment rapide de sensibilité et de précision convenables pour plusieurs des recherches à faire concernant la radiation solaire.

Dans un autre travail, inséré également dans les *Transactions of the International Union for cooperation in Solar Research*, volume I<sup>er</sup>, pages 180 à 184, Knut Angström expose les méthodes pour la recherche des changements dans la radiation solaire et indique les observations concernant cet objet, exécutées depuis le début de 1905, à l'Institut de physique de l'Université d'Upsal : 1° travail avec le pyrhéliomètre à compensation avec et sans substances absorbantes; 2° enregistrement spectrobolométrique de la partie infra-rouge du spectre de l'énergie solaire, spécialement en ce qui concerne l'influence de l'ozone; 3° travail à l'aide du spectrographe en quartz pour la recherche des changements dans la limite du spectre solaire ultra-violet; 4° travaux à l'aide d'un instrument à compensation pour les déterminations de la radiation de la Terre, recherche évidemment intéressante pour la connaissance des conditions des changements de la radiation terrestre, dépendant principalement de la présence de la vapeur d'eau et de l'ozone.

Dans son rapport de la Commission de la radiation solaire, adressé sous forme de lettre au secrétaire du Comité météorologique international, réuni à Paris en septembre 1907, Knut Angström constate qu'après l'adoption du pyrhéliomètre à compensation, comme instrument étalon, par les Congrès d'Innsbruck et d'Oxford (1905), environ une trentaine d'institutions et d'observatoires dans diverses parties du monde, se sont procuré cet instrument. Le savant inventeur déclare aussi, que si bien que soient déterminées les constantes des pyrhéliomètres, ces instruments sont toujours en danger d'être endommagés par l'usage : la surface noircie surtout est facilement gâtée, si elle n'est pas traitée avec assez de précaution. Angström signale qu'il s'est occupé à développer la nouvelle méthode pour l'étude de la radiation solaire, avec les écrans absorbants. Il a donné un exposé détaillé de cette méthode dans son mémoire intitulé *Méthode nouvelle pour l'étude de la radiation solaire*.

Déjà, en 1907, la santé de l'éminent physicien était devenue chancelante, au point qu'il dut résigner ses fonctions de président de la Commission internationale pour l'étude de la radiation solaire. Angström affirmait alors qu'il lui était impossible de répondre comme il fallait, à la confiance que lui avait témoignée le Comité météorologique international.

Dans son rapport à la réunion du Comité météorologique international, à Berlin, en 1910, M. Willis L. Moore signale qu'en ce qui concerne la distribution spectrale des bandes

d'absorption de l'ozone et leur identité relative dans les régions respectives de la radiation solaire et terrestre, toute variation dans la proportion de ce gaz dans l'atmosphère doit être suivie de variations dans la température de la surface du globe. Knut Angström a montré que ces bandes sont bien marquées dans le spectre solaire, mais l'étude systématique en a commencé à peine. Ce champ de recherches est recommandé par M. le professeur W.-J. Humphreys, comme devant probablement jeter une grande lumière sur les phénomènes thermiques de l'atmosphère. (Cf. K. ANGSTRÖM, *Die Ozonbänder des Sonnenspektrums und die Bedeutung derselben für die Ausstrahlung der Erde* (Archiv für Mathematik, Astronomie und Physik, I, 1904, p. 395.)

Dans sa troisième Conférence tenue à Meudon, en 1907, l'International Union for Cooperation in Solar Research, vota les résolutions suivantes (Cf. *Transactions of the International Union for Cooperation in Solar Research*, vol. II (Third Conference), Manchester, 1908, p. 106) : 1° dans tous les pays où ont été organisées des observations de l'intensité de la radiation solaire, il serait désirable qu'on établisse des stations centrales où l'on pourrait comparer les divers instruments ; 2° les observateurs peuvent se servir dans leurs recherches des instruments de leur choix, mais, à la station centrale, tous ces instruments doivent être comparés avec l'instrument étalon adopté par les Congrès d'Oxford et d'Innsbruck, c'est-à-dire le pyréliomètre d'Angström ; 3° la station centrale principale est établie au laboratoire de M. Angström, à l'Université d'Upsal.

Dans son remarquable ouvrage intitulé : *Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie, et sur la théorie des appareils employés, d'après les mesures faites à la station centrale météorologique de Varsovie, pendant les années 1901-1905*. Édition française traduite du polonais, Varsovie, 1906, 1 volume in-4° de VIII + 202 pages, M. Ladislas Gorczyński, le savant météorologiste polonais, directeur de l'Institut central météorologique à Varsovie, a entrepris l'examen théorique et expérimental de l'actinomètre du système Angström-Chwolson et sa comparaison avec le pyréliomètre à compensation électrique. Il en résulte que la théorie de l'actinomètre Angström-Chwolson a nécessité des discussions théoriques et expérimentales beaucoup plus nombreuses que celle du pyréliomètre. Ce travail comprend, pages 74 et 75, l'indication de la littérature relative au pyréliomètre électrique de compensation et, pages 78 à 82, la description des pyréliomètres Angström nos 18, 52 et 52bis.

Voici comment le pyréliomètre d'Angström est apprécié par M. le professeur C. Chistoni (Cf. *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei*, « s. rie quinta, classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali », volume XIV, 1<sup>er</sup> semestre 1905, pages 340 à 346) : *Sul Pyréliometro a compensazione elettrica del Angström* : « Le pyréliomètre d'Angström n'exige pas de corrections pour perte de chaleur, due à la conduction, à la convection et à la conductibilité. Pour sa rapidité, il dépasse tous les autres, dispense de l'usage d'un mesureur délicat des intervalles de temps ; et c'est, je crois, la raison principale pour laquelle ce pyréliomètre doit être utilisé par ceux qui ont déjà été initiés à faire avec soin les observations météorologiques courantes ou par un mécanicien intelligent qui a déjà vécu pendant quelques années dans un Institut de physique. Le pyréliomètre à compensation électrique n'est pas un instrument qui peut se traiter avec peu de soin : les parties qui le composent (pyréliomètre proprement dit, galvanomètre, ampèremètre de précision, thermomètre, etc.), doivent être tenues et entretenues avec soin. Le vent, les mouvements sensibles de l'air influent sur l'appareil, et on ne se risque pas à compenser stablement le pyréliomètre si l'on n'opère pas dans un endroit où l'air soit tranquille. »

Dans un travail inséré dans les *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, seriei quartæ, volumen II (MCMVII-MCMXI), le fils du regretté physicien d'Upsal, M. A.-K. Angström, décrit et étudie un instrument que son père avait construit, mais n'avait pas eu le temps de faire connaître (Cf. *Une simple méthode pour déterminer la radiation nocturne proposée par K. Angström*, 1910, avec planche, 6 pages). En 1905, Knut Angström étudia la radiation nocturne avec un instrument compensateur qu'il construisit lui-même et qui :

donne à chaque instant la valeur absolue de l'irradiation. Mais, par suite de son prix de revient élevé, l'instrument ne se prête pas aux applications climatologiques.

Le nouvel instrument, peu coûteux, de construction très simple et très facile à manier, est destiné à permettre aux aéronautes et aux météorologistes de déterminer la radiation intégrale pendant un certain temps.

L'instrument est en verre ; il contient de l'éther ; l'air en a été chassé. Voici, d'après le travail de M. A.-K. Angström, une courte description : *s* représente la surface concave ; cette surface *s* rayonne à travers l'ouverture circulaire de l'enveloppe *M* de métal poli ; l'éther *ce* vient compenser le refroidissement de *s* en se condensant sur cette surface, d'où il tombe goutte à goutte dans le tube gradué *bb* (d'une longueur de 15 centimètres).

En comparant cet instrument avec l'instrument de compensation électrique de Knut Angström, on a constaté que l'on peut admettre, avec une assez bonne approximation, que la radiation intégrale pendant le temps *t* est proportionnelle à l'accroissement *L* de la longueur de la colonne d'éther *b* pendant le même temps. L'appareil est assez simple pour pouvoir être mis entre toutes les mains. L'influence de la convection est réduite au minimum, parce que l'abaissement de température de la surface *s* est très petit et que cette surface est à l'abri de l'influence directe du vent.

Dans un intéressant travail intitulé *Comparison of the Angström Pyrheliometer and the Callendar Sunshine Recorder and the determination of the proportion of heat received on a horizontal surface from the diffuse radiation from the Sky to that received from the Sun*, Ottawa, 1912, une brochure in-8° de 21 pages, M. J. Patterson, du Meteorological Service of the Canada, s'est efforcé d'établir tout d'abord une parenté entre les enregistrements donnés par le pyrhéliomètre d'Angström et ceux de l'enregistreur de la lumière solaire (Sunshine Recorder) de Callendar. L'auteur reproduit la description du pyrhéliomètre d'Angström et la méthode à employer pour faire de bonnes observations à l'aide de cet instrument. Il résulte de l'expérience que la valeur de l'échelle peut être variée dans des limites nettement larges sans affecter appréciablement la précision des résultats. L'échelle est faite pour la lecture du zéro ; le galvanomètre est réglé à zéro pour obtenir le courant convenable à travers la plaque présentée.

Le vaste champ des études de l'éminent physicien que fut Knut Angström ne se borna pas à des recherches relatives à l'actinométrie et à la pyrhéliométrie. Il entreprit aussi de très intéressantes études sur les spectres infra-rouges de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, sur l'intensité de radiation des gaz sous l'influence d'une décharge électrique, sur le spectre infra-rouge du chlore et de l'acide chlorhydrique et sur la division spectrale de l'absorption dans le spectre infra-rouge, sur quelques propriétés fondamentales concernant l'absorption et les spectres d'absorption des gaz, sur les spectres d'absorption de l'ozone et l'existence de ce gaz dans l'atmosphère ; il fit aussi des recherches holométriques au sujet de la force de radiation des gaz sous l'influence du courant électrique, sur une méthode simple pour le développement photographique du spectre ultra-rouge, etc.

Vers 1889, le professeur Knut Angström analysa les phénomènes d'absorption dans l'infra-rouge au moyen du spectro-bolomètre et obtint ensuite des résultats importants sur le spectre d'absorption de l'acide carbonique. On doit à K. Angström des recherches sur l'absorption infra-rouge de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'ozone. Ces gaz sont constituants de notre atmosphère terrestre et l'effet des deux derniers sur la température de notre planète doit être considérable, parce qu'ils arrêtent une partie de la radiation solaire incidente et parce que surtout ils forment obstacle à la diffusion de la chaleur terrestre dans l'espace.

Ces recherches relatives à l'acide carbonique ont été l'objet de controverses intéressantes. En 1896, M. Svante Arrhénius a donné une explication très ingénieuse de la période glaciaire ; il a supposé que la quantité d'acide carbonique de l'atmosphère s'est accrue depuis cette époque. Si l'on admettait que l'absorption calorifique fût proportionnelle au contenu total en acide carbonique de l'air, on pourrait affirmer qu'une petite variation

de ce contenu occasionnerait un changement considérable dans la variation terrestre. Mais Knut Angström a prouvé que cela ne pouvait se produire, que cette proportionnalité n'existerait que pour des quantités beaucoup plus faibles d'acide carbonique ; avec la composition actuelle de l'air, il faudrait que la somme en acide carbonique s'abaissât à environ un cinquième de sa valeur pour occasionner une variation sérieuse dans l'absorption calorifique.

• En 1891, dit E. Bouty (1), Angström mesura, à l'aide d'un bolomètre, la radiation totale émise par un tube de Geissler, puis il tamisa la radiation incidente à travers une cuve d'alun, de manière à supprimer la totalité de la chaleur obscure. Il constata ainsi que l'intensité du rayonnement total est proportionnelle à l'intensité du courant, c'est-à-dire croît avec la température produite, tandis que le rapport entre le rayonnement lumineux et le rayonnement total est indépendant de l'intensité du courant. Donc le maximum de l'intensité dans le spectre semble ne pas se déplacer sous l'influence de la température seule, contrairement à ce qui arrive pour les corps à rayonnement purement calorifique. Au contraire, pour une intensité du courant invariable, le rapport des intensités dépend essentiellement de la pression. Dans l'azote, pour une pression de 0<sup>mm</sup>15 de mercure, le rayonnement calorifique n'est guère que 5 p. c. du rayonnement total, tandis qu'à la pression de 1<sup>mm</sup>45, ce rapport s'élève à 44 p. c. — Cf. KNUT ANGSTRÖM, *Öfversigt af K. Vetenskapsakademiens Föreläsningar*, 1891, p. 372.

K. Angström publia, en 1900, dans les *Annalen der Physik* (Drude), t. III, p. 720 à 733, sous le titre suivant : « Ueber die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei Absorption der Erdatmosphäre » (« De l'importance de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique dans l'absorption par l'atmosphère terrestre »), un travail où il donne des mesures quantitatives de l'absorption de la lumière par la vapeur d'eau atmosphérique et des arguments en faveur d'une absorption sélective exercée par le gaz carbonique.

L'année suivante, il inséra dans les *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Föreläsningar*, 1901, p. 381 à 389, une notice dans laquelle il fait quelques remarques sur l'absorption du rayonnement terrestre par l'acide carbonique atmosphérique. A ce sujet, il discute avec M. Svante Arrhénius relativement à la quotité de la radiation terrestre que peut absorber l'acide carbonique atmosphérique. K. Angström croit qu'elle ne peut excéder 16 p. c. Il tire ses principaux arguments de recherches expérimentales sur la variation de l'absorption avec la densité.

La même année 1901, Angström publia un autre travail dans les *Annalen der Physik* (Drude), t. VI, p. 163 à 173, sur la relation entre l'absorption des gaz, principalement de l'acide carbonique, et de la densité. Le résultat de ses expériences montre nettement qu'en faisant varier la pression de l'acide carbonique dans le rapport de 1 à 5, on augmente de manière notable l'absorption.

K. Angström consacra une courte étude à l'équivalent mécanique de l'unité de lumière qu'il publia, en 1902, dans *The Astrophysical Journal*, t. XV, p. 223 à 227. Pour arriver à déterminer cet équivalent mécanique, Angström mesure : 1° la valeur de la radiation tout entière d'une lampe de Hefner ; 2° le rapport de la radiation lumineuse à la radiation totale. Pour mesurer la radiation totale, il a employé un pyréliomètre à compensation et il a trouvé à une distance de 1 mètre, 0,0000215 gramme-calorie par seconde. Pour le rapport de la radiation lumineuse à la radiation totale, l'auteur obtient une moyenne :

$$\begin{aligned} 1 \text{ unité de lumière} &= 1,94 \times 10^{-3} \text{ grammes-calories par seconde ;} \\ &= 8,1 \times 10^4 \text{ ergs par seconde.} \end{aligned}$$

L'éminent professeur étudie ensuite l'énergie dans le spectre visible de l'étalon Hefner. — Cf. *The Physical Review*, vol. XVII, 1903, p. 302 à 314, et *Nova Acta Regiae Societatis*

---

(1) Cf. J. JAMIN, *Cours de physique à l'Ecole polytechnique*. Troisième supplément par E. BOUTY. — Paris, 1906, p. 32 et 33.

*Scientiarum Upsaliensis, seriei tertiae, vol. XX (MDCCCIV), 12 pages.* — Dans ces articles, l'auteur s'est proposé : 1° de déterminer la distribution de l'énergie dans le spectre de la lampe Hefner ; 2° d'évaluer en mesures absolues l'énergie dans la radiation totale de la bougie-mètre, c'est-à-dire l'énergie que la lampe Hefner envoie à un mètre de distance sur un centimètre carré. K. Angström termine en affirmant que ses mesures permettent de déterminer photométriquement l'énergie du rayonnement et sa distribution dans le spectre visible d'une source quelconque.

Il faut noter aussi une importante contribution de K. Angström dans le domaine de la radioactivité. Il mesura, au moyen d'un calorimètre à glace de Bunsen, la chaleur émise en un temps donné par les sels de radium ; il trouva que cette chaleur est constante et indépendante de la substance dans laquelle est placé le radium.

L'œuvre magistrale de l'illustre physicien suédois est de celles qui resteront dans l'histoire de la science. Elle inspire de l'admiration pour le génial inventeur, qui a réalisé dans différents domaines des sciences expérimentales, des progrès très importants et qui a renouvelé la pyrhéliométrie et, par là, l'étude de la radiation solaire. Cette carrière si bien remplie servira de modèle aux étudiants des générations futures ; elle est un bel exemple de ce que peut la ténacité au travail unie à l'amour de la science.

(A suivre.)

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire royal de Belgique*  
*Membre de la Société Belge d'Astronomie.*

---

## NÉCROLOGIE

### Le physicien Jules VIOLLE (1841-1923).

La France, et le monde scientifique international, viennent de perdre, en la personne de Jules Violle, un des physiciens les plus réputés de l'époque contemporaine.

Jules-Louis-Gabriel Violle naquit à Langres (Haute-Marne), le 16 novembre 1841. Elève (1861), puis agrégé-préparateur (1868) à l'Ecole Normale supérieure, il reçut, en 1870, le diplôme de docteur ès sciences. Il devint ensuite professeur à la Faculté des sciences, à Grenoble (1872), à Lyon (1879), puis il revint à Paris en qualité de maître de conférences à l'Ecole Normale supérieure en 1884. En 1892, il fut nommé professeur de physique au Conservatoire des Arts et Métiers. L'Académie des Sciences de l'Institut de France l'élut le 22 février 1897, pour occuper, dans la section de physique générale, la place vacante par suite du décès de Fizeau.

Violle est l'auteur d'un excellent traité de physique, cependant resté inachevé (Paris, Masson, MDCCCLXXXIV-XCII).

Les principales questions qui ont été traitées par ce savant remarquable sont relatives au rayonnement des corps à haute température. Ses études se rapportent à la radiation solaire, à la mesure des températures élevées et sont de la plus haute importance. Ses rapports à la Commission de radiation du Comité Météorologique international sont des modèles de clarté et de précision.

M. P. Villard, de l'Institut, faisant l'éloge du regretté académicien, dit notamment (Cf. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 177 (1923), p. 513-515 : « La détermination de la constante solaire et de l'absorption atmosphérique l'occupa » pendant plusieurs années ; après avoir construit un actinomètre de grande précision, M. Violle n'hésita pas à porter l'instrument sur les hauts sommets des Alpes,

» sur le mont Blanc même en 1875, puis deux ans plus tard, en plein été, au Sahara, » où les conditions atmosphériques sont d'une remarquable constance. Il obtint » ainsi, pour la constante solaire, la première valeur dont la haute approximation » fut certaine. »

Par des recherches habiles, Violle arriva à déterminer que la température moyenne de la surface du Soleil ne dépasse pas plusieurs milliers de degrés. On doit aussi, à ce savant de premier ordre, des expériences devenues classiques sur la propagation du son, au moyen de tuyaux, des mesures de la température du bain de platine en fusion, la détermination de l'étalon de lumière qui porte son nom, étalon qui fut adopté, en 1884, par la Conférence internationale.

La Science a perdu un de ses vaillants pionniers : elle gardera un souvenir profond et fidèle de l'œuvre remarquable accomplie par le physicien éminent que fut Jules Violle, décédé le 12 septembre 1923, dans sa propriété de Fixin, près de Dijon.

AUG. COLLARD.

## Notes

**Séances pratiques à l'Observatoire de la Société.** — Nous avons le plaisir d'annoncer à nos membres que leur collègue M. Albert Jorwitz se tiendra à leur disposition pendant l'année académique 1923-1924, tous les vendredis soir à partir de 20 h. 30, aux installations que M. le Directeur de l'Observatoire Royal, à Uccle, a bien voulu mettre à la disposition de notre société.

Pour les cartes exigées à l'entrée de l'Observatoire, s'adresser au secrétaire, M. P. L. Dupont, 30, avenue Hamoir, à Uccle.

**Nouvelle Comète** (circulaires, 25 et 26 Bureau central astronomique Copenhague). — Une nouvelle comète a été découverte par Dubiago, à Kasan, le 14 octobre, à 16 h. 34 m. 7, temps moyen de Kasan. L'astre était alors de 8<sup>e</sup> grandeur. Elle se trouvait dans la position suivante :  $\alpha = 7^{\text{h}}.46^{\text{m}}.42^{\text{s}}.7$ ;  $\delta = -20^{\circ}37'31''$ . Son déplacement diurne était à ce moment de + 6 m. 40 s. en  $\alpha$  et  $-4^{\circ}51'$  en  $\delta$ .

L'annonce de la découverte est parvenue au bureau de Copenhague par l'intermédiaire du bureau de Kiel, le 25 octobre. D'autre part, l'astre a été trouvé dès le 11 octobre, à 10 heures, temps moyen de Greenwich, par un astronome-amateur de Madrid, Arturo Bernard, dans la position  $\alpha = 7^{\text{h}}.29^{\text{m}}.$ ,  $\delta = -9^{\circ}$ .

Le même observateur a revu la comète le lendemain, 12 octobre, à 3<sup>e</sup> au sud de l'étoile 26 Monocerotis = 2172 B. D. zone — 9<sup>e</sup>. Le 15 octobre, l'astre était dans la constellation du Navire ( $\delta = -25^{\circ}$ ) et le 16 octobre dans la même constellation ( $\delta = -30^{\circ}$ ). M. Arturo Bernard a signalé sa découverte à M. Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon, qui en a immédiatement fait part à l'Académie par une note lue en séance du 29 octobre. M. Baillaud, de son côté, a transmis la nouvelle au bureau de Copenhague.

Il est vraiment regrettable de voir que les deux auteurs, M. Dubiago et Arthur Bernard, aient tant tardé à annoncer leur découverte, rendant ainsi impossible les observations de l'astre par les observatoires de l'hémisphère Nord. De ce fait, aucun calcul d'orbite n'a pu encore être entrepris. Espérons que les astronomes se trouvant sous des latitudes assez australes puissent avoir du ciel propice.



L'astre, au moment de sa découverte, devait se trouver bien près de la terre, eu égard à la grandeur de son mouvement diurne. E. D.

**Variables.** — 1° B. D. 65° 323 = 19-1323 Cassiopeiae (A. N. 5254). Cette étoile de grandeur 9 m. 0 et dont la position pour 1855,0 est  $\alpha = 2$  h. 57 m. 47 s. 44  $\delta = + 65^{\circ} 10' 53'' 8$  a été suspectée comme variable en 1911 par M. Toda, de l'Observatoire de Tokyo.

Ichinohe, du même observatoire, l'avait observée 24 fois dans l'intervalle de mars 1909 à mai 1911 et l'examen des cahiers d'observation par M. Sigeru Kanda montra à ce dernier que l'étoile devait être une variable à longue période mais irrégulière, dont l'éclat passait de 9 m. 0 à 9 m. 7 Les observations propres de M. Kanda portant sur l'intervalle du 8 mars 1922 au 30 mars 1923 l'ont confirmé dans ses déductions.

20 — 1923 Herculis. Cette variable, dont la position pour 1855,0 est  $\alpha = 16$  h. 38 m. 11 s. 12 et  $\delta = 25^{\circ} 31' 21'' 2$  est len° 39763 zone 26° du catalogue astrographique d'Oxford. Elle a été reconnue comme variable le 10 mai 1915 par M<sup>me</sup> L. Ceraski. L'examen de vingt photographies prises à l'Observatoire de Moscou et portant la région de la variable a montré que l'éclat de l'étoile varie de 10 1/2 gr. à < 13 gr. Il s'agit vraisemblablement d'une variable à longue période. Les observations visuelles de S. Blazko ont permis de reconnaître un maximum au début de septembre 1922. (A. N. 5254.)

$\beta$  Ceti (*Monthly Notices*, octobre 1923).—MM. A.-D. Ross et R.-D. Thompson, de Perth University of Western Australia, ont observé  $\beta$  Ceti depuis le 1<sup>er</sup> mars 1923 jusqu'au début de mai, à la suite de l'annonce de la variabilité de cette étoile. La conclusion de leurs observations, faites indépendamment, et très concordantes, est que  $\beta$  Ceti a subi réellement une perturbation remarquable avant le 1<sup>er</sup> mars. Ils notent à la suite de la discussion de leurs observations les chiffres suivants :

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| 1 <sup>er</sup> mars : 1 m. 75 ; | 9 mars : 2 m. 35 ;  |
| 2    »    1 m. 50 ;              | 11   »    2 m. 15 ; |
| 3    »    2 m. ;                 | 13   »    2 m. 35 ; |
| 4    »    2 m. 10 ;              | 15   »    2 m. 2 ;  |
| 6    »    1 m. 95 ;              | 18   »    2 m. 3 ;  |
| 7    »    2 m. 1 ;               | 3 mai : 2 m. 25 ;   |
| 8    »    2 m. 2 ;               |                     |

et concluent, après le 4 mars, à une période de cinq jours, les maximums secondaires se présentant les 6, 11 et 16 mars. Les erreurs observationnelles possibles ne semblent pas aux deux observateurs pouvoir expliquer les différences d'éclat constatés qui seraient donc bien le résultat d'une suractivité de l'étoile.

E. D.

**Etoile à fort mouvement propre** (*Monthly Notices*, *idem*). — Suivant les déterminations faites par M. W. M. Smart à l'Observatoire de Cambridge, une étoile voisine de  $\eta$  Cassiopeiae et dont la position est pour 1900,0

$$\alpha = 0 \text{ h. } 45 \text{ m. } 3 \quad \zeta = + 57^{\circ} 45$$

aurait un mouvement propre très accentué, caractérisé par

$$\mu\alpha = + 0.195 \quad \mu\delta = + 0''.447$$

les nombres sont en complet accord avec les résultats trouvés précédemment à l'Observatoire d'Yerkes ( $\mu\alpha = +0$  s. 194).

La vitesse correspondante serait de 137 ( $\pm 20$ ) km. par seconde. L'éclat photographique de l'étoile est 10 m. 2. L'astre serait une *étoile naine* probablement du type spectral M. E. D.

**Etoile à spectre variable** (*Observatory*, oct. 1923). — Le Dr Plaskett, dans les « Publications of the Astronomical Society of the Pacific » (vol. XXXV, p. 145) attire l'attention sur l'étoile B. D. + 5° 1267 d'éclat 0,67. Les observations d'octobre 1922 ont montré pour cette étoile un spectre analogue à celui de P. Cigny, formé de lignes brillantes de l'hydrogène avec des composantes sombres du côté du violet. Outre celles-ci se trouvaient également des raies sombres de l'hélium en même temps que les raies sombres H et K et Hg 4481. Le déplacement des raies sombres de l'hydrogène s'est ensuite accru et les raies sombres métalliques se sont montrées renforcées relativement aux lignes de l'hélium. A la fin de février les raies renforcées familières de  $\alpha$  Cygni ont commencé à apparaître comme raies d'émission et ensuite comme raies d'absorption. Ces raies d'absorption se sont montrées renforcées par rapport aux raies d'émission et vers la fin de mars, le spectre, sauf pour les lignes complexes de l'hydrogène, était en tout semblable à celui de  $\alpha$  Cygni. Le déplacement des raies métalliques d'absorption était moindre que celui des raies d'absorption de l'hydrogène. Au milieu d'avril, le stade comparatif à celui de  $\alpha$  Cygni était dépassé. Les changements subis par le spectre de l'étoile semble rappeler les développements des débuts des Novae. E. D.

**Magnétisme.** — L'Observatoire magnétique de Greenwich, dont la période d'observation non interrompue part de 1840, sera prochainement transféré. Ses relevés photographiques n'ont subi aucun arrêt depuis 1847. Actuellement, le développement de la traction électrique dans les environs immédiats des installations et principalement l'électrification prochaine des réseaux du South Eastern and Chatham Railway nécessitent le déplacement.

Le site choisi est situé près d'Abinger Bottom (Surrey) qui réunit les conditions imposées de se trouver à moins de 50 milles de Greenwich et à au moins 3 milles de tout réseau électrique possible de chemin de fer. Des séries d'observations vont y être faites immédiatement, concurremment à celles de Greenwich, de façon à assurer la transition avant le déplacement complet de tout le matériel de l'ancien observatoire. (*Observatory*, oct. 1923.) E. D.

**Soldner et Einstein.** — On sait que l'existence de la courbure du rayon lumineux d'une étoile dans le champ de la gravitation du Soleil constitue une des vérifications de la théorie d'Einstein.

Il y a quelque temps, le professeur T. J. J. See et autres savants donnaient à entendre que Einstein aurait plagié J. Soldner qui, déjà en 1801, avait annoncé la déviation des rayons lumineux passant à proximité du Soleil.

Mais voilà que R. Trumpler, étudiant cette question dans les *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* du mois d'août, montre que Soldner s'est occupé, non pas de la déviation causée par le Soleil, mais bien par la Terre, et n'a visé en réalité que la loi de Newton. Quant à la concordance des résultats, elle n'est due qu'à une erreur de calcul faite par Soldner, et chose assez curieuse, c'est qu'une seconde erreur qu'il commit ait rendu son résultat dix fois trop grand : soit 0,001

au lieu de 0'0001 ; valeurs qui l'une et l'autre sont de beaucoup trop petites pour une mesure pratique.

En même temps que Soldner, Cavendish s'occupa aussi de cette déviation, sans toutefois aboutir à cette double erreur. Ces deux savants se basaient sur la théorie corpusculaire de la lumière ; ce n'est que beaucoup plus tard qu'on eut l'idée que la déviation en cause devait s'expliquer par la théorie ondulatoire.

Einstein a donc été injustement accusé de plagiat.

L. V. A.

**Le tricentenaire de la naissance du P. Ferdinand Verbiest, S. J.** — Le 29 octobre prochain marquera le troisième centenaire de la naissance d'une de nos gloires nationales : le P. Ferdinand Verbiest, de la Compagnie de Jésus. Ce savant éminent fut successivement missionnaire en Chine, président du Tribunal des Mathématiques et directeur de l'Observatoire de Péking, mandarin, vice-président du Ministère des travaux publics, président de la Cour suprême pour la réception des communications adressées à l'empereur. On se rappelle les brillantes fêtes qui eurent lieu dans son village natal, à Pitthem, en août 1913, lors de l'inauguration solennelle de sa statue : *Ciel et Terre* consacra, à cette époque, plusieurs articles à la carrière de ce Belge illustre (Cf. *Ciel et Terre*, tome XXXIV, 1913, p. 215-239, 255-261). Bientôt l'attention du monde savant se portera à nouveau sur celui qui fut, au XVII<sup>e</sup> siècle, un des premiers champions de l'expansion belge en Extrême-Orient.

Voici, d'après l'excellente étude consacrée à Verbiest par le R. P. Bosmans, S. J., dans la *Revue des Questions scientifiques*, un *curriculum vitæ* du jeune Ferdinand, dans lequel il mentionne la date exacte de sa naissance : « Moi, Ferdinand Verbiest, » écrit-il de sa main, dans l'*Album* des novices de la province Flandre-Belgique de la Compagnie de Jésus, je suis né à Pitthem, le 29 octobre 1623, de Josse Verbiest, » bailli et receveur de Pitthem, Coolscamp, etc., et d'Anne Van Heeke, sa femme » légitime. J'ai fait d'abord chez les Pères de la Compagnie de Jésus, à Bruges, un » an d'humanité dans les figures ; puis j'ai achevé, en quatre ans, les quatre autres » classes à Courtrai, chez les Pères de la même Compagnie. Après, j'ai étudié, pendant un an, la philosophie, au Collège du Lys, à Louvain. C'est alors que, brûlant » du désir d'une vie meilleure, je me présentai au P. André Judoci, provincial de la » province Flandre-Belgique de la Compagnie de Jésus, qui m'admit à Louvain, » après l'examen requis, le 2 septembre 1641. J'entrai au noviciat de Malines le » 29 septembre 1641.

» Fait à Malines, au noviciat de la Compagnie de Jésus, le 23 novembre 1641.

» C'est ainsi,

» FERDINAND VERBIEST. »

On voit, par ce qui précède, que c'est bien le 29 octobre 1623 que Ferdinand Verbiest naquit à Pitthem. Il y aura donc bientôt trois cents ans et il semble bien que cet anniversaire doive passer inaperçu et que ce Belge remarquable ne sera pas commémoré comme Pascal, son contemporain, l'a été récemment.

Ceux qui voudront étudier en détail cette belle et noble vie consulteront utilement les travaux importants publiés par les RR. PP. H. Bosmans, S. J., et L. Van Hee, S. J. En voici l'indication bibliographique exacte :

<sup>10</sup> BOSMANS (H.), S. J. — *Ferdinand Verbiest, directeur de l'Observatoire de Péking (1623-1688)*. — Louvain, Ceuterick, 1912. 1 vol. in-8° de 170 p.

(*Revue des Questions scientifiques*, tome LXXI, 1912.)

20 VAN HEE (Louis), S. J. — *Ferdinand Verbiest, écrivain chinois*. — Bruges, De Plancke, 1913. 1 brochure in-8° de 69 pages.

(Société d'Emulation de Bruges. *Mélanges*, VII.)

Suivant le P. Van Hee, le nom chinois du Père Verbiest est Nan-Hoai-Jen, ce qui veut dire : Nan (Sud)-hoai-jen (celui qui embrasse l'humanité).

La lecture de ces deux ouvrages très intéressants fait revivre, en quelque sorte, la haute personnalité du P. Verbiest, nous la montre là, dans ce milieu d'Extrême-Orient si différent à tous points de vue du milieu européen, luttant en même temps pour l'idéal scientifique et pour l'idée religieuse.

Les travaux très érudits des PP. Bosmans et Van Hee ont reconstitué, de manière très documentée, l'existence admirable du Belge immortel que fut le P. Verbiest.

Au moment du 300<sup>e</sup> anniversaire de sa naissance, que les savants belges commémorent le souvenir de cet illustre enfant de Pitthem.

AUG. COLLARD.

**Bolide.** — Le 11 septembre, à 20 h. 50, T. m. Gr., M. Cocriamont, observant au Sud du village de Wilrijck, a vu un magnifique bolide.

L'apparition un peu au Nord d'Altair s'est continuée par une trainée assez courte, très brillante (Première grandeur ou plus). Un épanouissement résultant vraisemblablement de l'éclatement s'est produit près d' $\alpha$  de l'Aigle; les éclats sont restés apparents pendant une demi-seconde environ et donnaient l'impression d'objets d'un diamètre voisin de celui de la Lune.

---

## Bibliographie

METEOROLOGICAL OFFICE. (N° 236, 1923.) — *The book of normals of Meteorological Elements the British Isles*, 1915. Section IVa. The range of variations of temperature and rainfall. Section IVb. Frequency Tables for Hail, Thunder, Snow, Snow lying and Ground Frost. [Éléments météorologiques normaux des Îles Britanniques calculés jusqu'au terme de 1915. Section IVa. Température et pluie. Section IVb. Fréquences des chutes de grêle et de neige, jours de tonnerre et gelées blanches].

Le *Meteorological Office* continue avec une constante et remarquable activité la publication des données météorologiques concernant le Royaume-Uni qui peuvent être directement utiles au grand public. Voici un petit fascicule nouveau de ces données qui est de nature à être utilisé par beaucoup, et notamment par les agriculteurs, les médecins, les malades, etc...; il est relatif à trente stations d'observations situées dans les Îles Britanniques et donne pour chaque mois les températures moyenne, maxima et minima; en outre, le nombre de jours de pluie et la moyenne d'eau tombée. Les autres tables donnant le nombre de jours de météores comme le tonnerre, la grêle, la neige ou la gelée blanche par mois. Tous ces documents peuvent dans maintes circonstances être avantageusement consultés par un grand nombre de personnes à l'occasion de problèmes divers, et il faut féliciter le *Meteorological Office* du soin qu'il eut à les mettre à la portée du public aussi rapidement qu'il est possible.

METEOROLOGICAL OFFICE. (N° 258, 1923.) — *Annual Report of the Meteorological Committee to the Air Council for the year ended 31 march 1923.* [Rapport annuel du Comité Météorologique au « Conseil de l'air » pour l'année météorologique 1922-23].

La lecture de ce rapport est des plus instructives et montre avec quel souci tant des intérêts scientifiques que des applications de plus en plus importantes de la science météorologique au domaine pratique, les choses de l'air sont traitées en Angleterre par les pouvoirs publics. Nous disons pouvoirs publics, parce que, à l'heure actuelle, de l'autre côté du détroit, tous les organismes quelconques libres ou déjà auparavant sous la direction de l'État; ce sont tous rangés sous ce maître commun qu'est le Ministre de l'Air. Cependant, dans le domaine scientifique proprement dit, le *Meteorological Office* avec toutes les institutions qui en dépendent, a couronné sa pleine indépendance tout en profitant matériellement de l'importance en quelque sorte officiellement reconnue des études météorologiques sous toutes leurs formes, par l'organisation et la création d'un ministère de l'air qui est au fond, si l'on examine le lieu des événements, le résultat de la guerre mondiale. Elle a conduit chez nos voisins français à une création assez analogue mais moins bien conçue, à notre sens, en ce que les intérêts purement scientifiques qui sont primordiaux en la question, n'y ont pas été aussi sagement sauvegardés.

Le Comité météorologique, dont nous signalons ici le rapport annuel 1922-23, est nommé par le Conseil supérieur de l'air et s'il a comme président Sa Grâce le duc de Sutherland, il a comme vice-président Sir A. Schuster, désigné par la « Royal Society ». Ce nom seul est la garantie du haut esprit scientifique qui doit inspirer ses directives générales. Les membres sont les directeurs des grandes institutions d'ordre météorologique comme par exemple M. Simpson, le directeur actuel du *Meteorological Office* ou des délégués d'autres ministères ayant des liens intimes avec celui de l'air, comme ceux du commerce et de l'agriculture, ou d'institutions scientifiques comme la « Royal Society », etc...

Le rapport du Comité permet de se rendre un compte exact de la grande activité scientifique déployée dans tous les domaines météorologiques pendant l'exercice 1922-23 et ses quelque cinquante feuillets sont une mine intéressante d'informations de tous genres; beaucoup seraient du plus vif intérêt pour nos lecteurs, mais il ne nous est naturellement pas possible de les reproduire ici; nous aimerions cependant à signaler l'ensemble des rapports consacrés au rôle de premier rang tenu aujourd'hui dans le domaine météorologique par la T. S. F. et ce notamment pour l'établissement des cartes du temps. Le rapport rappelle comment la coopération internationale a permis ainsi en Angleterre comme dans les autres pays la réception régulière et journalière des messages météorologiques à des heures fixées et plusieurs fois par jour, au *Meteorological Office*.

A ce sujet, le rapport nous apprend que le directeur du Weather Bureau, aux États-Unis, a décidé la création d'une station de grande puissance qui enverra en France, d'où ils seront réexpédiés par la Tour Eiffel, les données météorologiques de 29 stations américaines. On entrevoit ainsi le jour où le rêve des météorologistes sera réalisé, celui de pouvoir établir journellement la carte synoptique du Pacifique à l'Oural.

Dans un autre chapitre, on montre ainsi l'aide précieuse donnée par les services

du *Meteorological Office* à l'aviation civile pour les lignes partant de Londres vers Paris, Bruxelles, Cologne, etc... La même organisation d'aide scientifique, rappelons-le, relie chez nous l'Institut royal météorologique et la S. M. E. T. A.

La Rainfall Organization de Mill a fusionné, nous l'avons appris à nos lecteurs autrefois, avec le *Meteorological Office*; elle forme aujourd'hui un de ses départements les mieux organisés; la sécheresse de 1921 semble avoir conduit à donner encore plus d'extension aux observations de « rainfall »; le *Meteorological Office* reçoit actuellement 5,078 rapports de chute annuelle (Royaume-Uni), 394 rapports mensuels; onze stations étudient la percolation, c'est-à-dire la rosée, treize l'évaporation.

Les travaux des observatoires anglais ou écossais sont aussi analysés dans ce rapport au Conseil de l'air, et intéressants à consulter.

Parmi eux, celui d'Eskabemuir attire notre attention spéciale par les études géophysiques autres que la météorologie qui y sont poursuivies. Le magnétisme terrestre y a été d'ailleurs, dès l'origine, le but principal d'étude; les éléments absolus y sont déterminés deux fois par semaine, et l'on y enregistre photographiquement ces mêmes éléments. Les études sismologiques y utilisent les appareils Galitzin; ils sont d'ailleurs d'un réglage qui nécessite les soins les plus minutieux et l'intervention d'observateurs très habiles. Nous le savons ici, à Uccle, depuis longtemps par les travaux de M. Somville, qui ont beaucoup contribué à mettre au point la technique délicate.

E. L.

J. LACOSTE. — *Contribution à la Prévision du Temps par les sondages aérologiques et les parasites atmosphériques* (thèse).

Sous ce titre, l'auteur a réuni divers chapitres d'une manière un peu artificielle, nous semble-t-il. Mais si l'ordonnance générale du travail est imparfaite, par contre chaque étude présente un grand intérêt.

Signalons en particulier : 1° les chapitres III et IV, qui constituent une belle monographie sur les ballons-pilotes, leurs vitesses ascensionnelles et l'influence sur celles-ci de l'agitation tourbillonnaire et des courants ascendants;

2° Les chapitres consacrés à l'application des résultats de sondages à la prévision du temps, où l'auteur apporte la précieuse contribution d'une longue pratique.

Vient ensuite un travail sur les parasites atmosphériques. De nombreuses mesures au radiogoniomètre amènent l'auteur à établir des relations entre la répartition des pressions et la direction du maximum de parasites.

Les mesures effectuées à Uccle depuis environ un an, au moyen du poste de l'Aéro-Club de Belgique, ne constituent pas une confirmation de ces règles (sauf en ce qui concerne la dernière).

Fussent-elles générales, ces lois ne nous paraissent pas de nature à apporter une contribution importante à la prévision du temps, à échéance pratiquement intéressante.

Cette remarque n'enlève d'ailleurs rien à l'intérêt des travaux de M. Lacoste; le sujet en est encore mal connu et nul ne peut prévoir où conduiront des recherches persévérantes dans cette voie.

J. J.

# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 »

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 »

Id. (intérieure) id. fr. 8 »

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

# Instruments de Précision **SECRETAN**

**CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs**

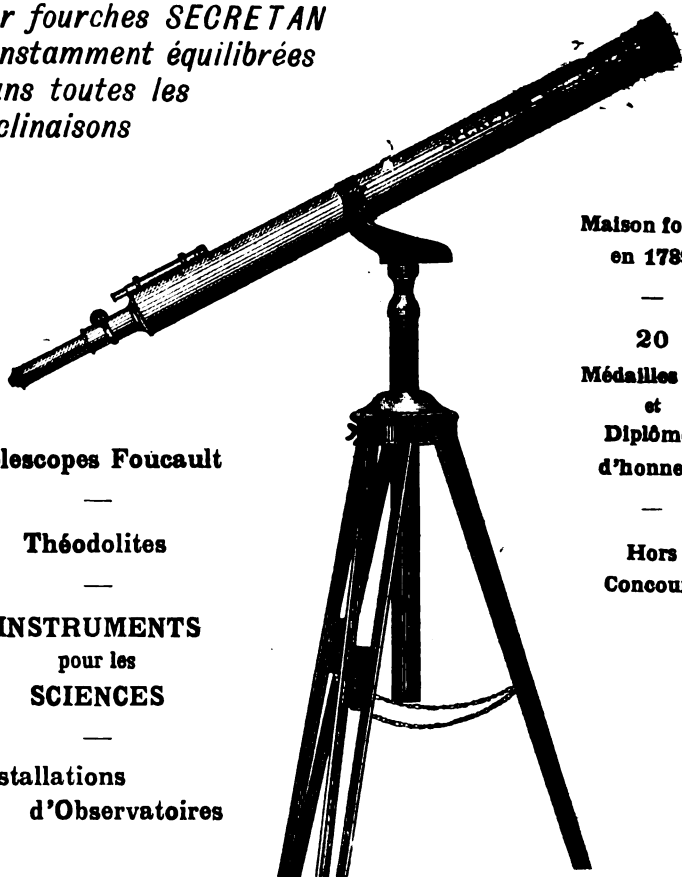
*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*

**Télescopes Foucault**

**Théodolites**

**INSTRUMENTS**  
pour les  
**SCIENCES**

**Installations**  
d'Observatoires



**Maison fondée  
en 1789**

**20**  
**Médailles d'or**  
et  
**Diplômes**  
d'honneur

**Hors**  
**Concours**

Demandez le catalogue

## **SECRETAN**

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

**A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.**





## BULLETIN

DE LA

# *SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE*

ET

Revue populaire d'Astronomie,  
de Météorologie et de Physique  
:— du Globe —:

*Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique*

Paraissant vers le 15 de chaque mois.



BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>Arthur Boutquin</i> , par E. Lagrange.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 261   |
| <i>Travaux de M. A. Boutquin.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 263   |
| <i>Procès-verbaux.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 263   |
| <i>Le vide interplanétaire</i> , par Max Hauptmann.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 265   |
| <i>Scylla et Charybde</i> , par Elis Strömgren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 269   |
| <i>Les seiches et Fatio de Duillier</i> , par E. L.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 274   |
| <i>Observations</i> : Observation de la lumière zodiacale. — Etoile filante, par le Dr G. Quignon.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 277   |
| <i>Éphémérides astronomiques pour janvier 1924</i> , par G. Coutrez.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 278   |
| <i>Notes</i> : Nouvelles comètes, par E. D. — Comète 1923b, Reid-d'Arrest, par E. D.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
| — Les variations du niveau hydrostatique des grands lacs africains, Victoria et Albert, et la période Schwabe-Wolf des taches solaires. — La variation diurne de la déclinaison à Kew et la période Schwabe-Wolf, par E. L. — La déclinaison magnétique à Milan 1836-1920 et la période Schwabe-Wolf, par E. L. — Antonio Favaro et les études galiléennes, par E. L. — Institut de Physique du Globe de Strasbourg, par E. L. — Le centenaire de l'idée de la création d'un observatoire en Belgique, par Aug. Collard. | 281   |
| <i>Bibliographie.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 291   |
| <i>Publications reçues en septembre 1923</i> , M. Hunin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 294   |
| <i>Phénomènes séismiques et volcaniques au Guatemala</i> (suite), par J. Van de Putte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 65    |

*Les articles sont publiés sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.*

*Chaque auteur a droit à 50 tirés à part.*

**Les manuscrits non insérés ne seront pas rendus.**

## Comité de Rédaction :

### Président :

E. LAGRANGE, docteur en sciences, professeur émérite à l'École militaire, secrétaire technique de la Société, pour la Physique du Globe.

### Membres :

JAUMOTTE (Commandant), directeur de l'Institut Royal météorologique de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour les mathématiques.

P. POSKIN, professeur de physique et de météorologie à l'Institut agricole de Gembloux, secrétaire technique pour la Société, pour la météorologie.

F. DE ROY, secrétaire général de la Société d'Astronomie d'Anvers.

P.-L. DUPONT, industriel, astronome amateur, à Bruxelles.

A. DE DORLODOT, aide à l'Institut Royal météorologique d'Uccle.

H. CHARBONNEAU, ingénieur, ex-astronome-assistant à l'Observatoire d'Astronomie Physique de Paris.

MAX HAUPTMANN, banquier, astronome amateur.

### Secrétaire :

E. DELPORTE, docteur en sciences, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, secrétaire technique de la Société, pour l'astronomie.

### Collaborateurs :

E. M. ANTONIADI, ARCTOWSKY, DE BETHUNE, A. BRACKE, L. FREDERICO, GARRIDO, GHEURY, GUILBERT, R. JARRY-DESLOGES, MARCHAND, MASCART, NAVARRO-NEUMANN, NODON, PUISEUX, REMY, F. SACCO, SPEE, UBAGHS.

## SERVICES ADMINISTRATIFS. — RECOMMANDATIONS

I. RÉCLAMATIONS. — Les lettres concernant les réclamations doivent être adressées à notre président, **M. F. Jacobs, 344, avenue Louise, à Bruxelles.**

II. CORRESPONDANCES. — Les lettres relatives à des demandes de renseignements, achat de publications, annonces, etc., doivent être adressées à notre secrétaire administratif, **M. P. L. DUPONT, 30, avenue Hamoir, à Uccle-Bruxelles.**

III. COMPTABILITÉ. — Tout ce qui concerne les cotisations, souscriptions, etc., doit être envoyé à notre trésorier, **M. J. Acarin, 55, rue Jenneval, à Bruxelles.**

Le trésorier peut seul délivrer quittance valable au nom de la Société, quel que soit le moyen de versement.

IV. RÉDACTION DU BULLETIN. — Tout ce qui a trait à la rédaction du Bulletin doit être adressé au secrétaire de notre Comité de rédaction, **M. E. Delporte, 76, rue Verhulst, à Uccle.**

---

## Centenaire de la mort d'ADOLPHE QUETELET

---

Sur l'initiative de M. A. Collard, le Bureau de la Société belge d'Astronomie a décidé de consacrer le Bulletin de février 1924 à retracer la vie et les travaux du grand astronome et physicien belge. Des notices spéciales y seront consacrées par des auteurs différents aux domaines divers de l'activité scientifique de l'illustre A. Quetelet, fondateur de notre Observatoire.







**Arthur BOUTQUIN**

## Arthur Boutquin.

---

Notre Société vient de faire une grande perte : notre collègue, M. A. Boutquin, a été enlevé en quelques jours par une de ces affections brutales contre lesquelles la science médicale est souvent impuissante quand le poids des années est là qui s'ajoute au mal.

Il y a quinze jours à peine, le 5 novembre, Arthur Boutquin était revenu prendre sa place au Comité de rédaction de notre publication après un long séjour à la campagne; il y était revenu avec cette combativité scientifique qu'il était, comme toujours, prêt à dépenser à notre profit pendant l'exercice hivernal qui s'ouvre et nous lui avons tous chaleureusement souhaité la bienvenue nouvelle.

Il était de ceux que mène la foi scientifique — cette foi qui mène aussi aux œuvres; passionné pour la science qui fait l'objet de nos travaux, il lui a donné tout ce qu'il pouvait lui donner pendant le cours d'une carrière technique bien remplie dans un domaine où il a laissé les plus beaux souvenirs de consciencieux labeur et de hautes qualités d'initiative dirigeante.

Dans toute recherche scientifique, Arthur Boutquin mettait l'ardeur du néophyte; lorsqu'il abordait l'examen d'un problème, il était comme l'explorateur qui découvre une contrée lointaine dont nul n'a encore révélé les mystères; ce voyage de découvertes, il l'a refait ainsi bien des fois qu'il s'agit de problèmes historiques relatifs à l'astronomie, de problèmes géographiques et climatologiques comme celui du dessèchement problématique de l'Asie centrale, ou enfin de l'exposé synthétique qu'il venait d'entreprendre des vastes conquêtes par lesquelles l'astronome contemporain, ou plutôt le physicien, ont reculé à de prodigieuses limites les bornes mesurées du cosmos. C'est dire qu'à tous ces travaux, notre collègue donnait l'empreinte d'une personnalité bien marquée et celle de l'enthousiasme au travail du chercheur indépendant.

Cet enthousiasme, en quelque sorte juvénile, cette sorte de « naïveté » de bon aloi, il les mettait aussi dans sa conversation, dans ces discussions qui suivaient nos réunions mensuelles ou faisaient le fond de nos séances du Comité de rédaction. Pour notre collègue, pour

notre ami (nous en sourions parfois avec un peu de malice bienveillante), pour employer une expression peut-être un peu vulgaire, mais bien picturale, « tout était toujours arrivé ». Heureux ceux qui ont ainsi la foi — ils ne sont légion dans aucun domaine — et Arthur Boutquin laissera derrière lui un grand vide.

Notre collègue laisse à notre Bulletin un travail de longue haleine, inachevé; sous le titre « les Nébuleuses », il avait voulu exposer dans un ensemble complet et synthétique les dernières recherches physico-astronomiques dont nous parlions tout à l'heure; comme tout ce qu'il entreprenait, il le voulait parfait; surtout il voulait que son travail profitât au lecteur non initié et, pour bien faire comprendre les acquis les plus récents de la science, il jugeait souvent utile, et avec raison, de remonter aux éléments des problèmes. L'œuvre s'allongeait et il jouissait ainsi profondément de son propre travail, qui comportait en quelque sorte le sentiment du devoir accompli. Il nous a laissé à tous le sentiment intime que telle était sa pensée. A tout cela, le lecteur trouvait son bénéfice, et la faveur avec laquelle son dernier travail était suivi par nos membres en est la meilleure preuve.

Nous recueillerons avec piété ce qu'il aura laissé — avant que la plume ne soit tombée de ses doigts défaillants.

Arthur Boutquin a composé une œuvre historique importante : un exposé de la naissance et du développement de l'Astronomie. L'Académie à laquelle le travail avait été soumis pour l'obtention du prix Mailly, en 1890, l'avait jugé avec la plus grande faveur; et si le prix ne lui fut pas accordé — il ne le fut pas à d'autres — c'est à des causes n'ayant rien à faire avec la valeur du travail qu'il faut l'attribuer. Nous devons le rappeler ici.

Les belles recherches sur l'Astronomie hindoue que publia Arthur Boutquin dans *Ciel et Terre*, en 1908 et 1909, forment en quelque sorte des extraits de ce grand et beau travail. Grâce à la bienveillance de la famille de notre regretté collègue, il nous sera permis de compiler ces mémoires inédits. Nous espérons y trouver les éléments de communications intéressantes l'histoire de notre science astronomique; insérées dans notre Bulletin et signées de son nom, elles nous donneront l'illusion qu'il est encore parmi nous et que nous entendons une fois de plus sa voix autorisée, convaincue et ardente.

E. LAGRANGE.



### Travaux de M. A. Boutquin.

*Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, 1895-1909 :

Observations météorologiques à Gien.

Orages de janvier 1907.

De l'emploi des appareils de télégraphie sans fil pour l'observation des courants atmosphériques dans les régions polaires (Congrès polaire).

Orage magnétique du 9 février 1907.

Le grain du 10 mars 1907.

1912. — L'Observatoire d'Alger.

1913. — La réception ou la captation des ondes hertziennes.

1914-19. — Météorologie et physique de l'atmosphère.

1920. — Les phénomènes radiotélégraphiques et l'éclipse solaire du 29 mai 1919.

1922. — Les Nébuleuses, 6 articles.

1923. — Un lever de soleil au Niesen.

#### *Ciel et Terre :*

L'astronomie ancienne dans l'Inde, 5 articles, 1908-09.

L'Asie centrale, 5 articles, 1908-09.

Id. 9 articles, 1909-10.

De l'emploi des expressions géocentriques en astronomie.

A propos de l'orage magnétique du 25 septembre.

---

## PROCÈS-VERBAUX

### Séance mensuelle du 16 juin 1923.

La séance est ouverte à 16 heures, sous la présidence de M. Eugène Lagrange.

MM. Fernand Jacobs, président, et Flamache, vice-président, se sont fait excuser de ne pouvoir assister à cette réunion.

M. le secrétaire donne lecture d'un avis reçu de l'Académie polonaise des sciences et arts, qui fête le 50<sup>e</sup> anniversaire de sa fondation. Le secrétaire est chargé de lui adresser les félicitations de la société.

M. le Président donne la parole à M. Charbonneau, pour sa communication intitulée : « Quelques nouveautés au sujet des rayons infra-rouges ».

Une discussion animée s'engage entre plusieurs membres et le conférencier sur l'interprétation des expériences fort intéressantes auxquelles ils venaient d'assister. Quelques points semblent énigmatiques et devraient être soumis à une critique serrée. C'est d'ailleurs également l'avis du conférencier, qui exprime l'espoir que ceux qui s'intéressent à la question veuillent bien continuer les recherches

dans cette voie. Il met d'ailleurs gracieusement à la disposition des chercheurs le laboratoire dont il dispose, et serait enchanté de voir quelques membres de la S. B. A. s'engager résolument dans ces recherches, qui lui paraissent être grosses de conséquences.

La séance est levée à 18 heures 15.

\* \* \*

### Séance mensuelle du 20 octobre 1923.

La séance est ouverte à 16 heures 30, sous la présidence de M. Jacobs, président.

M. Dupont, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 16 juin, qui est approuvé sans observations.

*Admission de nouveaux membres.* — Les personnes nommées ci-après, et dont la candidature a été présentée, sont admises comme membres de la société : MM. Robert de Pourck, instituteur, 51, rue du Congo, à Gand ; Joseph Mathot, premier chef-facteur des postes retraits, 29, rue du Général Bertrand, à Liège ; Federico Remy, météorologiste, 66, rue de Florence, Bruxelles ; Paul Dansard, candidat ingénieur, 32, avenue du Cerf-Volant, à Watermael.

M. le président donne ensuite la parole à M. J. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique, pour sa communication intitulée : « La météorologie et la coupe Gordon-Bennett. »

M. Jaumotte rappelle tout d'abord les grandes lois qui régissent les conditions météorologiques dans nos climats, et il insiste tout spécialement sur les théories professées par Bjerkness, permettant une prévision beaucoup plus complète et plus sûre du temps prochain.

A l'occasion de la coupe Gordon-Bennett, l'I. R. M. avait organisé un service de renseignements très complet, et les concurrents ont tous reçu avant leur départ une carte donnant la situation précise du temps sur tout l'ouest de l'Europe, d'après les indications reçues le jour même, par T. S. F., des services étrangers. Les stations à haute altitude de Suisse, de Tchéco-Slovaquie et de France avaient en outre pu donner des précisions très utiles sur les vents régnant dans les couches supérieures.

Les grains orageux qui ont causé les catastrophes qu'on sait avaient été annoncés par le service météorologique, et les concurrents savaient à quoi s'en tenir à cet égard.

Depuis que l'aérostation existe, les cas de foudroiement de ballons

à l'air libre sont extrêmement rares, et c'est une véritable fatalité qui a causé les accidents dont l'épreuve fut endeuillée.

Une enquête se poursuit actuellement à l'effet de déterminer aussi exactement que possible les conditions dans lesquelles ces foudroiements se sont produits, et l'on espère pouvoir en tirer des conclusions utiles pour l'avenir.

Par des manœuvres habiles accomplies dès leur départ, les deux ballons belges ont pu échapper à des risques auxquels certains de leurs concurrents ont succombé. Leur victoire n'en est que plus méritoire, et le nouveau succès remporté par notre compatriote Ernest Demuyter, suivi de près par son collègue Veenstra, prouve à quel point la science aéronautique a fait des progrès en Belgique.

M. le Président remercie vivement M. Jaumotte de son intéressante communication, et le félicite pour la façon impeccable dont le service des prévisions avait été organisé le jour de la course, malgré les difficultés résultant de la suspension des services internationaux le dimanche.

Quoi qu'en aient dit certains organes de la presse quotidienne, les conditions météorologiques, le jour de la course, n'avaient rien d'anormal, et c'est une vraie fatalité qui a causé les trois foudroiements.

Le ballon libre est toujours encore la meilleure école pour former les navigateurs de l'air, et il est de la plus haute importance, surtout au point de vue du ballon dirigeable, de former des hommes rompus aux vicissitudes de l'atmosphère.

La mort des cinq malheureux aéronautes n'aura pas été vaine, car les études qui seront faites à la suite de ces accidents serviront à en prévenir d'autres, peut-être plus graves.

La séance est levée à 17 heures 45.

---

## LE VIDE INTERPLANÉTAIRE

Parlant récemment (1) de la découverte de vapeurs de calcium dans les régions voisines de la Voie lactée, nous arrivions à cette conclusion que l'espace intersidéral est bien moins vide qu'il semble à la vue. En effet, outre la présence certaine de nombreux astres éteints, soleils noirs ou planètes, et nébuleuses obscures, il s'y trouve encore des nuages de vapeurs, vraisemblablement à l'état vierge qui précède leur

---

(1) Bulletin d'octobre-novembre 1923 de la Société Belge d'Astronomie.

condensation et que, seules, des conditions tout à fait particulières permettent de déceler.

Tout autre, évidemment, semble devoir se présenter à première vue l'espace interplanétaire. La proximité, les mouvements et l'importance de masses attractives telles que le Soleil, les planètes, les satellites, les comètes, fait qu'aucune matière, à l'état cosmique même extrêmement raréfié, ne semble pouvoir résister longtemps au balayage gravifique effectué par chacune d'elles dans cet espace relativement limité.

Si l'on examine la question de près, l'on se rend bientôt compte de ce que la réalité est toute différente. L'on peut en effet affirmer aujourd'hui que, loin d'évoluer dans le vide absolu, ou dans l'hypothétique éther, les astres dépendant du système solaire gravitent dans un milieu d'où la matière, toute rare qu'elle y soit, n'est nullement absente.

Et d'abord, rappelons que le Soleil se déplace lui-même dans l'espace intersidéral à une vitesse voisine de 20 kilomètres par seconde. Rien d'impossible donc à ce qu'il lui arrive de rencontrer un nuage cosmique du genre de ceux qui ont été révélés tout récemment par l'étude des spectres des Nova et des étoiles doubles.

L'état de raréfaction extrême de la matière encore vierge, au sein de la plupart de ces nuages, ne nous permettrait probablement pas de nous en apercevoir.

Mais il est bien d'autres causes qui peuvent expliquer la présence de matériaux divers dans les limites du système solaire. Ces matériaux, d'ailleurs, loin de se présenter toujours sous la forme vierge des espaces intersidéraux, ont subi la plupart du temps des transformations importantes qui les rapprochent singulièrement de ceux que nous rencontrons sur terre et qui proviennent des influences gravifiques et calorifiques subies à proximité de masses d'attraction importantes, telles le Soleil et les planètes.

La présence de ces matériaux est bien connue et nous ne nous proposons que de rappeler succinctement les divers aspects sous lesquels ils se manifestent.

On estime qu'il tombe en moyenne par an de cent à mille météores ou aérolithes sur notre planète. Quelques-uns atteignent de grandes dimensions et peuvent peser plusieurs milliers de kilos, mais passent le plus souvent inaperçus, parce qu'ils tombent dans des régions désertes des continents ou dans l'océan.

Les bolides sont déjà plus nombreux. De dimensions moins considérables que les météorites, ils sont généralement entièrement consu-

més dans la traversée de l'atmosphère et ce n'est qu'occasionnellement que des débris quelque peu importants atteignent le sol. Ils se reconnaissent à la vive lueur qu'ils projettent et au bruit d'explosion qui accompagne généralement leur passage, comme c'est le cas pour les projectiles des armes à feu.

Les étoiles filantes, qui ne sont qu'une nouvelle réduction des objets précédents, sont produits par des fragments matériels dont la grosseur est de l'ordre de celle d'un grain de plomb. L'on comprend qu'à peine entrés dans les couches les plus élevées de l'atmosphère, ces corpuscules soient entièrement volatilisés sans qu'aucun bruit en parvienne jusqu'à nous. Leur nombre est si considérable cependant, que l'on a évalué entre dix et vingt millions le nombre de ces grains minuscules qui pénètrent ainsi journellement dans notre atmosphère. La plupart, cependant, échappent à l'observation, soit que leur apparition se produise pendant le jour, par clair de lune ou par ciel nuageux. Mais les résidus de leur combustion qui flottent d'abord dans l'air et, finalement, se déposent sur le sol, peuvent atteindre, selon certains spécialistes, un poids de plusieurs tonnes en moyenne par jour.

Les étoiles filantes, les bolides et les aéroolithes ne sont donc que trois degrés d'un seul et même phénomène : l'entrée dans notre atmosphère de corps solides jusqu'alors invisibles par suite de leur exigüité, et composés de matières solides analogues à celles que nous connaissons sur terre. Ces corps gravitent évidemment en grand nombre dans l'espace interplanétaire et sont peu à peu captés par l'attraction des diverses planètes. Ils ne sont d'ailleurs que les derniers chaînons d'une série qui se continue, en ordre de grandeur croissante, par les comètes, les astéroïdes, les satellites et les planètes elles-mêmes.

La lumière zodiacale nous fournit un nouvel élément d'appréciation. Elle nous montre qu'autour du soleil, et bien au delà de l'orbite terrestre, s'étend une zone où la matière se trouve répandue en quantité suffisante pour réfléchir de manière très visible, en certaines circonstances, la lumière de l'astre central. Dans quel état d'évolution se trouve cette matière? C'est un point qui reste à élucider. Sont-ce des corpuscules solides tels que ceux auxquels nous avons fait allusion plus haut, et qui feraient à notre soleil une couronne analogue aux anneaux de Saturne; où serait-ce plutôt un amas de matière gazeuse extrêmement raréfiée momentanément échappée du Soleil. Les deux hypothèses ne s'excluent point, pas plus d'ailleurs que ne s'excluent

les diverses explications que l'on peut donner à la formation de l'amas gazeux : état de condensation non encore terminé de la nébuleuse solaire; violence des phénomènes qui se passent à la périphérie de cet astre et qui peut communiquer à certaines parties matérielles de son enveloppe gazeuse des vitesses telles qu'elles les éloignent considérablement de leur centre d'attraction; enfin, action plus calme, mais aussi plus continue de la pression lumineuse.

Et nous savons (1) que la dernière de ces causes, la pression de radiation, peut exercer ses effets, non seulement aux environs immédiats du Soleil, mais également dans les couches superficielles des atmosphères planétaires et des noyaux cométaires. Elle explique à la fois la formation de la lueur antisolaire et des queues de comètes — qui ne seraient que deux aspects différents d'un même phénomène — et contribuer largement à rejeter dans l'espace, où évoluent les planètes, des matériaux à l'état de diffusion très grande que la gravitation en avait précédemment enlevée par concentration.

Il s'ensuit qu'une transmutation de matière, du Soleil à la terre, de celle-ci à la Lune, ou des planètes entre elles, est parfaitement possible dans l'état actuel d'évolution du système solaire, sans qu'il faille recourir à l'imagination d'un Jules Verne.

Certains même (2), tel le célèbre Svante Arrhénius, vont jusqu'à admettre que des germes vitaux peuvent être entraînés de cette façon, et transmettre ainsi la vie d'un astre à l'autre. Mais cet aspect de la question nous entraînerait trop loin.

Nous voulions simplement faire ressortir aujourd'hui que l'espace où se meuvent les éléments du système solaire, et en particulier la terre, est loin d'être entièrement vide; que de grandes quantités de matières, sous divers aspects, s'y rencontrent; et que, par voie de conséquence, des communications matérielles autres que celles qui résultent des divers ordres de radiations (lumineux, calorifique, magnétique, etc.) peuvent s'établir entre les astres qui le composent.

MAX HAUPTMANN.

---

(1) Cfr. *Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, mai 1923, note intitulée : « Une nouvelle théorie de la lueur antisolaire ».

(2) *Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten*, par SVANTE ARRHÉNIUS, traduction allemande de L. Bamberger. — Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1911, p. 91.

## SCYLLA ET CHARYBDE.

Lorsqu'il a été établi que les étoiles fixes se rangent dans un certain nombre de types spectraux, on a été conduit naturellement à admettre que ces types sont corrélatifs à l'histoire de la vie des étoiles.

La classification Secchi-Vogel reconnaît trois types d'étoiles : les blanches, les jaunes et les rouges. Celle plus détaillée d'Harvard, généralement adoptée actuellement, les distribuent en une suite désignée par les lettres O B A F G K M. Ici aussi, on part des étoiles blanches (les plus chaudes) pour arriver aux rouges (les plus froides).

\* \* \*

Quel est le processus de ce développement ? Comme dans tous les problèmes cosmogoniques, l'hypothèse nébulaire nous sert ici de base et de point de départ. Nous devons nous représenter les étoiles à l'origine, comme des masses gazeuses ; le rayonnement les a amenées à se contracter ; cette contraction a élevé la température de la masse (étoiles blanches), dont le refroidissement progressif par rayonnement a engendré ensuite successivement tous ces astres à températures décroissantes, qui s'échelonnent entre les étoiles blanches et les étoiles rouges. Finalement, l'extinction lumineuse devient totale.

Les recherches du physicien Lane ont donné un support scientifique à cette manière de voir. Il a démontré que, par la contraction, une masse céleste gazeuse produit plus de chaleur qu'elle ne peut en perdre par rayonnement, si du moins sa densité est faible. Il s'ensuit que *par suite de son propre rayonnement, ce corps gazeux s'échauffe de plus en plus*, du moins jusqu'à une certaine limite. Lorsque cette limite est atteinte, la chaleur de contraction, au contraire, diminue et le rayonnement abaisse progressivement la température de la masse jusqu'à ce que le stade final soit atteint sous forme d'un corps sombre et froid ; pendant toutes ces transformations de la masse gazeuse, la température va d'ailleurs en s'abaissant du centre à la surface rayonnante.

Cette théorie de Lane explique donc parfaitement toute l'histoire des étoiles. Mais c'est ici que la difficulté commence. Dans toutes les discussions sur l'histoire du développement des étoiles ayant pour base l'étude des types spectraux, les astrophysiciens ont toujours vu un développement complet. Les étoiles blanches représentaient toujours pour eux le stade initial, les rouges le stade final.

Il n'avait jamais été question jusqu'alors que de phases de refroidissement : étoiles blanches, jaunes et rouges, et jamais l'on ne s'était demandé ce qu'il y avait eu avant le stade premier.

Actuellement, cela nous paraît incompréhensible, et cependant il en était ainsi. Un seul savant, ce fut Normann-Lockyer, chercha un jour à soulever le problème de la préhistoire des étoiles. Il ne trouva pas d'oreilles pour l'écouter. Ludendorff, à Potsdam, le suivit plus tard dans cette voie, avec aussi peu de succès d'ailleurs, et ce n'est que tout récemment que la clarté s'est faite.

Hertzsprung et Russel ont établi que l'on peut séparer les étoiles en deux classes : les géantes et les naines et que ces deux classes se séparent d'autant plus nettement que dans la série on s'approche davantage des étoiles rouges; de plus, les étoiles géantes ont une faible densité; les naines, au contraire, ont une densité considérable.

Cette découverte s'accorde admirablement avec la vie des étoiles telle qu'elle découle des conséquences logiques de la théorie de Lane. Le stade premier d'une étoile est le stade nébuleux caractérisé par des dimensions colossales et une très faible densité. Le rayonnement amène l'élévation de la température, suite de la contraction, et l'étoile blanchit. Ce processus se continue jusqu'à ce que l'étoile atteigne une densité telle que la chaleur produite par la contraction cesse de compenser le rayonnement. L'étoile parcourt alors une seconde fois, mais en sens inverse, la série des états spectraux déjà réalisés. Nous retrouvons ainsi tous les types spectraux en série ascendante comme en série descendante; en série ascendante ils s'appliquent à des astres de faible densité, en série descendante à des astres de densité plus considérable. Plus nous nous rapprochons du stade rouge, plus grande devient la différence entre les dimensions des étoiles des deux rameaux ascendant et descendant.

\* \* \*

La théorie de Lane a été plus récemment soumise à revision par le célèbre astronome anglais Eddington ; mais il est difficile de donner, sous une forme populaire et simple, l'exposé de ses conceptions; au point de vue physique comme au point de vue mathématique, ses idées sont trop complexes pour pouvoir être abordées de cette manière. D'autre part, les conséquences auxquelles conduit la théorie d'Eddington sont si intéressantes, qu'il serait difficile de trouver son analogue en intérêt dans tout le domaine de l'astronomie; aussi allons-



nous essayer, malgré tout, de donner au lecteur une idée de ses points caractéristiques.

Parmi les modifications de l'ancienne théorie qui se présentent comme nécessaires dans les idées d'Eddington, il en est une qui joue un rôle décisif. Les bases sur lesquelles sont bâties la théorie du processus de la vie des étoiles sont les suivantes : en premier lieu, les lois du rayonnement interne de la chaleur et de la lumière dans la masse des étoiles et celles de l'émission superficielle; on admet, en outre, certaines relations entre la pression, la température et la densité d'un gaz, enfin la loi de variation que la pesanteur assigne à la pression à mesure que l'on s'enfonce sous la surface.

Le progrès de ses études conduisit le professeur Eddington à introduire dans ses calculs un nouveau facteur, celui de la pression de radiation; on sait aujourd'hui que le rayonnement exerce en effet sur la matière une pression réelle d'autant plus grande que le rayonnement est plus intense.

Or, précisément, l'existence à l'intérieur des étoiles de cette pression de radiation modifie entièrement les conséquences de la théorie de Lane. Nous arrivons à cette conclusion que, dans l'intérieur des étoiles, en tous points, s'exerce une force contraire à la pesanteur; c'est précisément cette pression de radiation. Nous reviendrons plus loin sur les conséquences générales que l'on peut tirer de son existence.

A d'autres points de vue encore, Eddington a complètement modifié les points de vue anciens. Jusqu'ici, on voyait dans la contraction seule une source de dégagement de chaleur; mais une analyse plus attentive conduit à douter que ce seul phénomène suffise à expliquer l'élévation de température; l'auteur laisse soupçonner l'action d'un autre facteur, dépendant de la masse de l'astre, mais dont l'origine physique reste indéterminée.

Enfin, pour mettre d'accord avec la théorie les phénomènes observés sur le rameau descendant qui porte les étoiles à température décroissante, il fallut encore modifier la théorie à un autre point de vue : tant que les étoiles se trouvent dans le stade ascendant (faible densité), on peut admettre et appliquer les lois « idéales » des gaz qui expriment les relations entre le volume, la pression et la température. Mais au delà cela n'est plus possible et il faut alors introduire des relations plus complexes.

Comme on le voit, la théorie est devenue d'une extrême complication et une partie des constantes qui entrent dans le problème ont dû

être déterminées indirectement par la comparaison même entre cette théorie et les résultats les plus récents des observations astronomiques.

Mais finalement, nous pouvons cependant confirmer les progrès de la théorie d'Eddington par toute une série d'observations nouvelles.

Pour donner immédiatement un exemple concret, nous rappellerons de suite les résultats auxquels il parvient pour une étoile ayant une fois et demie la masse de notre Soleil et une densité égale au 500<sup>me</sup> de celle de l'eau.

|                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Température maxima au centre . . . | 4 700 000° C.               |
| Densité id. id. . . .              | 1/9 de la densité de l'eau. |
| Pression id. id. . . .             | 21 millions atmosph.        |

A mi-distance du centre :

Température . . . . . 1 300 000° C.

A la surface :

Température . . . . . 6 500° C.

Voici, en outre, quelques conclusions générales :

1° La plus haute température superficielle qu'une étoile puisse atteindre dépend de sa masse et croît avec celle-ci ; la densité atteint alors 0,1 à 0,5 de celle de l'eau ;

2° Une étoile dont la masse est plus petite que le septième de la masse solaire ne peut atteindre la température superficielle de 3 000° qui est aussi à la limite de la visibilité ;

3° Pendant tout le stade ascendant, l'étoile conserve à peu près la même intensité, car cet éclat superficiel croissant compense la perte de surface ;

4° Lorsqu'une étoile a dépassé sa température maxima, la diminution d'intensité lumineuse devient relativement rapide, car la surface et l'éclat diminuent en même temps ;

5° Les étoiles géantes émettent une lumière environ cent fois plus intense que notre Soleil ;

6° Notre Soleil avait autrefois une température superficielle de 9 000° C. ; elle est actuellement de 6 000° et diminue peu à peu ;

7° Pour atteindre 15 000° C. (étoiles du type B), la masse doit atteindre environ deux fois et demie celle du Soleil ;

8° Entre les étoiles géantes et les naines du type M, il y a une différence dans l'intensité de 9 magnitudes.

Il résulte de la loi signalée sous le n° 2 qu'un corps céleste doit posséder une certaine masse minima pour que, pendant les stades de son développement, il arrive à être visible.

Ce que nous savons des masses des étoiles par nos observations confirme ceci. Il y a plus. Un des plus intéressants résultats des recherches modernes est de condamner absolument l'ancienne croyance à l'existence d'étoiles de masses quelconques. Si nous apercevons, à la voûte des cieux, tant d'étoiles d'éclats si différents, cela dépend de deux causes : la première réside dans les distances si différentes qui nous en séparent, la seconde dans la variété de leur âge. Les masses des étoiles, au contraire, sont, pour l'ensemble du monde stellaire, remarquablement du même ordre de grandeur. C'est là un fait bien remarquable et l'on en a bien cherché les raisons.

Mais, nous venons de le voir : si un corps céleste ne possède qu'une masse inférieure à une certaine grandeur, jamais la température de sa surface ne pourra atteindre une valeur qui le rendra visible à notre œil ; on pourra d'autre part imaginer qu'il existe des étoiles ou nébuleuses sombres aussi petites que l'on voudra.

Qu'en est-il maintenant d'une limite supérieure ?

La théorie d'Eddington nous permet de répondre à cette question ; elle nous affirme non seulement que cette limite supérieure doit exister, mais qu'elle existe réellement dans les mondes créés. Des étoiles dont la masse vaut mille fois celle de notre Soleil n'existent pas — *ne peuvent pas exister*.

Comme nous l'avons vu précédemment, la nouvelle physique stellaire a introduit une force nouvelle avec laquelle l'attraction de la matière doit compter : c'est la pression due au rayonnement qui lutte avec elle.

Le professeur Eddington a recherché comment varie la valeur de cette force comparée à celle de l'attraction ; il l'a calculée pour une étoile dont la masse n'aurait que 10 grammes et a trouvé que, dans ces conditions, elle est tout à fait négligeable ; puis il a refait le calcul pour des masses de valeurs croissantes,  $10^2$  gr.,  $10^3$  gr., etc.... et pour  $10^{33}$  gr. a montré qu'elle atteignait le dixième de la pesanteur. Si nous montons à  $10^{35}$  gr., elle en vaut les  $4/5$ . *Une étoile qui possède une masse approchante est donc dans un état tout à fait instable* ; un peu plus et la force répulsive pourrait en disperser les fragments dans l'immensité. Une faible action auxiliaire, comme celle de la force centrifuge produite par la rotation, pourrait y suffire ! Eh bien ! ces

masses de  $10^{34}$  à  $10^{35}$  gr. valent de 5 à 50 fois celle de notre Soleil. *Telle est la limite supérieure que ne peuvent atteindre les masses stellaires.*

Ainsi donc, encore une fois, si les masses stellaires sont plus petites que un septième de la masse solaire, elles ne peuvent être visibles à nos yeux; si elles valent un petit nombre de fois notre Soleil, *elles ne peuvent exister*. Si la théorie d'Eddington est exacte, les masses des étoiles visibles doivent varier entre deux limites, une fraction et un multiple de la masse du Soleil; l'intervalle n'est pas bien grand et l'ensemble de cette théorie est bien d'accord avec ce qu'a donné l'exploration moderne du ciel étoilé.

Et maintenant, pour terminer, une pensée! Admettons, pour un instant, que ces deux limites imposées par la théorie à la masse aient été plus rapprochées — qu'elles aient coïncidé.

Alors le firmament serait resté sans lumière. L'humanité n'eneût pas été troublée, car elle n'aurait pas existé. Mais pour les astres étoilés il n'a tenu qu'à un fil — céleste — qu'il ne leur soit pas donné de naviguer entre ce Scylla et ce Charybde.

ELIS STRÖMGREN (1).

---

## LES SEICHES ET FATIO DE DUILLIER

Nous avons dernièrement (2), à propos d'un travail important de M. Wedderburn, parlé des seiches des lacs écossais et rappelé les travaux de Forel. Le second volume de sa grande monographie du Léman est entièrement consacré à l'étude du phénomène tel qu'il se manifeste sur les bords et dans la cuvette du lac de Genève. M. Wedderburn, dans son article du *Quarterly J. of. the R. M. S.*, raconte que les premières observations précises du mouvement rythmique des

---

(1) La « miniature astronomique » que l'on vient de lire forme le dernier chapitre et non le moins attachant, d'un petit livre qu'a fait paraître, en 1921, le professeur Elis Strömgren, directeur de l'Observatoire de Copenhague, et qui porte le titre de *Astronomische miniaturen*. Nous l'avons annoncé à la bibliographie.

Si j'ouvre le dictionnaire de Littré, j'y vois que le mot « miniature », qui est un mot français, s'emploie avec plusieurs significations. L'une d'entre elles s'applique à la peinture précise et délicate, par la plume ou par la parole, d'un grand sujet. La lecture des six petits chapitres du livre de M. Strömgren nous fait penser que nous pouvons prendre dans ce sens le titre que l'auteur lui a donné — mais certes avec une acception toute différente.

E. L.

(2) *Ciel et Terre*, 1922, p. 292, « Les seiches des lacs écossais. »

seiches ont été faites à Genève, en 1730, par un ingénieur et savant suisse, nommé Fatio de Duillier, et cite quelques lignes de ce dernier où il faut trouver une description et une explication du phénomène. « Comme les vents du sud, qui viennent fréquemment d'entre le sud et l'ouest, soufflent en rafales tempétueuses, il arrive que ces vents agissant obliquement, ou même de haut en bas, chassent l'eau du lac dans une direction. Ces eaux sont comme soutenues par le fort vent... ensuite, lorsque le vent décroît ou que le poids des eaux l'emporte sur le vent, ces eaux s'écoulent de nouveau librement et l'on voit alors le niveau s'élever d'un pied et plus, très souvent de dix pouces... de là, des fluctuations de niveau que l'on nomme seiches à Genève... »

D'où vient ce nom de « seiches » ?

Le mot de sèche était (Littré) employé dès le XVII<sup>e</sup> siècle pour indiquer un haut-fond qui se découvre à marée basse ; comme le mouvement oscillatoire des eaux du lac devait alternativement en découvrir et recouvrir les rives, peut-être faut-il trouver là l'origine de l'appellation ; quoi qu'il en soit, c'est dans Fatio qu'on le trouve pour la première fois (1).

Poussé par la curiosité, j'ai cherché à connaître quelque chose de plus de ce Fatio et les quelques documents que j'ai pu trouver dans ma propre bibliothèque m'ont appris que Fatio de Duillier n'était certes pas un homme ordinaire. La *Grande Encyclopédie*, d'une part, et l'*Encyclopédie moderne*, de Courtin (1829), d'autre part, dans leurs notices consacrées à ce nom, me révélèrent un savant, astronome et physicien qui eût fait une carrière scientifique des plus marquantes si, dans la seconde partie de sa vie, il n'eût abandonné brusquement les sciences pour les discussions théologiques. Courtin (2) nous apprend que, né à Bâle en 1664, dès l'âge de 17 ans il s'était fait connaître à Genève par des recherches sur la parallaxe solaire, sur les apparences de l'anneau de Saturne, sur la dilatation et le resserrement de la prunelle, etc. ; on lui doit l'application du rubis comme pivot des montres, des projets d'utilisation des eaux ramenées dans le sillage des vaisseaux comme force motrice à bord, etc.... ; c'était un esprit des plus ingénieux, comme on le voit.

La *Grande Encyclopédie* m'apprit que, réfugié plus tard comme protestant à Londres, où il devint membre de la Société royale, il fut

---

(1) Dans Spar, *Histoire de Genève*, t. II, 1730, d'après Gerland, *Geophysik*, II, 487.

(2) Tome X, p. 404, article Fatio.

l'origine de la fameuse dispute entre Newton et Leibnitz sur leurs droits respectifs à la priorité de l'invention du calcul infinitésimal ; Fatio déniait les droits de Leibnitz (1). On sait le bruit que cette vaine querelle fit dans les milieux scientifiques de l'époque et qui, longtemps après, a agité les historiens de la mathématique. Aujourd'hui, il s'est bien apaisé et le temps qui a passé a laissé, à chacun de ces deux grands adversaires peu patients, une gloire égale.

Mais ce que j'avais appris de Fatio me menait tout droit à Voltaire, où j'espérais apprendre davantage sur notre savant. Voltaire, et c'est un de ses titres de gloire véritables, n'a-il pas été l'introducteur en France des idées newtoniennes ; faut-il vous rappeler M<sup>me</sup> du Chatelet et la traduction des « Principes » ? J'ouvre donc la table générale d'un Voltaire, de Didot, en 70 volumes, et au mot Fatio, je lis : « voyez Duillier » ; heureux, je cours à Duillier, qui me dit : voyez Fatio ! Grâce à M. Alb. Tiberghien, le problème fut résolu par une autre édition de Voltaire, et mes connaissances en Fatio purent se compléter. Elles me révélèrent un tout autre homme que le savant dont je vous ai parlé.

En deux endroits surtout Voltaire s'occupe de Fatio de Duillier : dans son *Dictionnaire philosophique* (2) et dans le *Siècle de Louis XIV* (3), les deux passages sont trop longs pour que nous les insérions ici, d'autant plus qu'ils n'ont aucun rapport ni avec l'astronomie, ni avec la physique ; ils nous révèlent un Fatio ayant entièrement abandonné les travaux scientifiques pour se livrer à l'alchimie, aux sciences occultes, à la cabale. Embrassant avec une ardeur, fort honorable d'ailleurs, la cause des Camisards des Cévennes, odieusement persécutés par Louis XIV et réfugiés en Angleterre, il se laissa entraîner à des exagérations de réformateur religieux qui nous paraissent aujourd'hui de la dernière extravagance mais qui, chose bizarre, furent en quelque sorte canalisées par le gouvernement de la reine Anne et donnèrent lieu à des expériences d'un ordre philosophique tout à fait déroutantes pour nos manières de voir actuelles. Qu'on en lise les détails dans Voltaire.

Malgré le peu de succès de ses essais de réformes religieuses, notre savant était sur le point de se mettre en route pour la Tartarie, pour

---

(1) La *Grande Encyclopédie*, t. XVII, p. 34, à l'article Fatio.

(2) *Dictionnaire philosophique*, article V, « Fanatisme », sect. I.

(3) *Siècle de Louis XIV*, II, chap. XXXVI.

convertir les mahométans, lorsque la mort le surprit dans le comté de Worcester en 1753.

Le British Museum est en possession, d'après la *Grande Encyclopédie*, de manuscrits de Fatio de Duillier sur des questions d'ordre scientifique et qui attendent quelque curieux de l'histoire des sciences; un grand nombre d'autres passèrent à sa mort entre les mains de Lesage, à Genève, et n'ont jamais été publiés. Il serait intéressant de savoir quel a été leur sort.

J'allais oublier de dire que, en passant de Suisse en Angleterre, Fatio s'était arrêté en Hollande; c'est de là qu'il adressa à D. Cassini un intéressant travail d'observation sur la « lumière zodiacale » (1) qu'il fut un des premiers après Cassini à étudier systématiquement. Cassini parle avec le plus grand éloge des observations à lui envoyées par M. Fatio, « qui a du génie et de l'application pour l'astronomie », dans son grand traité intitulé *Découverte de la lumière céleste qui paraît dans le zodiaque*, et qui est inséré dans le recueil de ses œuvres *Divers ouvrages d'Astronomie*, par M. Cassini, à La Haye, chez P. Gone, 1731.

E. L.

## Observations.

**Observation de la lumière zodiacale.** — Le 17 mars 1923, vers 19 heures, le ciel était très pur; pas de lune, température + 3° C.; la lumière zodiacale était bien visible et d'éclat supérieur à celui de la Voie Lactée. On distinguait mal les étoiles de sixième grandeur à travers la lueur.

La lueur s'étendait en forme de cône incliné de 45° sur l'horizon; le sommet atteignait  $\alpha$  du Taureau. A la base le bord W se perdait près de  $\alpha$  Andromède et vers l'E. la lueur atteint en s'affaiblissant jusque  $\lambda$  Taureau et  $\alpha$  Baleine.

Le 18 mars, vers 20 heures, la lumière zodiacale était encore visible, mais bien plus faiblement et avec les contours peu distincts. La lumière zodiacale paraît avoir été intense et bien visible à cette époque, car nous lisons dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* (août 1923), qu'elle fut observée à l'Observatoire de Strasbourg par M. Rougier et par d'autres personnes, malgré les lumières de la ville.

**Etoile filante.** — Le 13 août, 23 h. 30 m. 25 s.  $\pm$ , j'ai observé une étoile filante de deuxième grandeur avec trainée brillante d'une seconde de durée. Partie de  $\nu$  Hercule, elle s'éteignit un peu au-dessous  $\varepsilon$  exactement sur une étoile de sixième grandeur identifiée  $\Sigma$  2120. Cette filante ne paraît pas être une Perséide, c'est pourquoi je la signale.

Mons, le 1<sup>er</sup> novembre 1923.

Dr G. QUIGNON.

---

(1) Lettre à M. Cassini sur la *Lumière zodiacale*. Leiden, 1706.

## ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES POUR JANVIER 1924.

**SOLEIL.** — L'orbe du Soleil est marquée par les constellations du Sagittaire et du Capricorne. Ce sont les étoiles des Gémeaux et du Cancer, du Petit-Chien avec Procyon, qui culminent le 15 janvier, vers minuit.

Le 21 janvier, à 7 h. 29 m. (temps légal), le Soleil entre dans le signe zodiacal du Verseau — en réalité le Capricorne au Zodiaque nouveau, en vertu de la précession des équinoxes. Les jours croissent du 31 décembre 1923 au 31 janvier 1924, de 1 h. 3 m.

| Date                | Lever | Passage au<br>méridien | Coucher | A. R.    | D.       |
|---------------------|-------|------------------------|---------|----------|----------|
|                     | h. m. | h. m. s.               | h. m.   | h. m. s. |          |
| Janvier 1 . . . . . | 7 45  | 11 45 46               | 15 47   | 18 42 42 | — 23° 5' |
| 11 . . . . .        | 7 42  | 11 50 14               | 15 58   | 19 26 36 | — 21 57  |
| 21 . . . . .        | 7 34  | 11 53 45               | 16 13   | 20 9 32  | — 20 7   |
| Février 1 . . . . . | 7 20  | 11 56 10               | 16 31   | 20 55 19 | — 17 22  |

L'heure du passage au méridien donne le temps légal à midi vrai d'Uccle.

La hauteur du Soleil croît au-dessus de notre horizon de + 16°7' le 1<sup>er</sup> à + 21°33' le 31 janvier. Le 2, à 2 heures, l'astre passe au périgée.

**LUNE.** — Les phases de la Lune en janvier sont :

- ☉ N. L. le 6 à 12 h. 48 m.
- ☾ P. Q. le 13 à 22 h. 45 m. Périgée le 4 à 10 h.
- ☾ P. L. le 22 à 0 h. 57 m. Apogée le 16 à 5 h.
- ☾ D. Q. le 29 à 5 h. 53 m. Périgée le 31 à 21 h.

Limites des déclinaisons de la Lune :

Le 5 : — 18°51' Hauteur minimum : 20°21'

Le 19 : + 18°58' Hauteur maximum : 58°10'

*Occultations d'étoiles par la Lune :*

| Date      | Etoile             | Gr. | Immersion |         |     | Emersion |         |     |
|-----------|--------------------|-----|-----------|---------|-----|----------|---------|-----|
|           |                    |     | T. L.     | Angle : |     | T. L.    | Angle : |     |
|           |                    |     | h. m.     | °       | °   | h. m.    | °       | °   |
| Janvier 1 | 598 B Vierge       | 6.1 | 7 0       | 80      | 78  | 8 2      | 326     | 315 |
| 8         | 29 Capricorne      | 5.5 | 17 39     | 112     | 79  | 18 25    | 211     | 175 |
| 9         | e Verseau          | 5.4 | 18 1      | 61      | 31  | 19 5     | 256     | 220 |
| 10        | h Verseau          | 5.4 | 19 54     | 119     | 83  | 20 32    | 197     | 158 |
| 17        | 264 B Taureau      | 4.8 | 16 22     | 11      | 51  | 16 52    | 319     | 358 |
| 17        | 85 Taureau         | 6.0 | 16 45     | 124     | 163 | 17 31    | 205     | 241 |
| 17        | 275 B Taureau      | 6.5 | 17 59     | 36      | 69  | 19 0     | 291     | 313 |
| 17        | α Taureau (Aldéb.) | 1.1 | 19 38     | 24      | 40  | 20 29    | 307     | 308 |
| 28        | l Vierge           | 4.8 | 2 6       | 190     | 216 | 2 23     | 221     | 245 |



Le 8 : La Lune se couche à 18 h. 33 m., à Uccle. L'émergence de 29 Capricorne est pratiquement inobservable.

Le 9 : La Lune se couche à 19 h. 44 m.

Le 10 : La Lune se couche à 20 h. 53 m.

Le 18 : L'étoile 115 Taureau (gr. 5.3) passe, en appulse à Uccle, à 0°9 du bord lunaire nord (46° en comptant vers l'est), à 20 h. 21 m. environ.

**Marées.** — Les grandes marées du mois ont lieu : le 8 janvier, à 13 h. 34 m., à Ostende (hauteur du flot au-dessus du niveau moyen : 2<sup>m</sup>15) et à 16 h. 50 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>44); le 24 janvier, à 1 h. 21 m. à Ostende (hauteur 1<sup>m</sup>93) et à 4 h. 37 m. à Anvers (hauteur 2<sup>m</sup>19).

### Planètes.

Eléments des diverses planètes en janvier :

| Astre    | Date | Lever | Passage | Coucher | A. R. | D.       | Distance<br>Terre |
|----------|------|-------|---------|---------|-------|----------|-------------------|
|          |      | h. m. | h. m.   | h. m.   | h. m. |          |                   |
| Mercure. | 11   | 7 38  | 12 5    | 16 32   | 19 41 | — 18°45' | 0.68              |
|          | 21   | 6 20  | 10 42   | 15 3    | 18 57 | — 19 32  | 0.73              |
| Vénus.   | 1    | 9 28  | 13 45   | 18 3    | 20 42 | — 20 2   | 1.43              |
|          | 11   | 9 18  | 13 56   | 18 35   | 21 32 | — 16 25  | 1.38              |
|          | 21   | 9 3   | 14 4    | 19 7    | 22 20 | — 12 5   | 1.33              |
| Mars.    | 1    | 3 29  | 8 7     | 12 46   | 15 4  | — 16 26  | 2.03              |
|          | 11   | 3 26  | 7 54    | 12 22   | 15 30 | — 18 23  | 1.95              |
|          | 21   | 3 22  | 7 41    | 12 0    | 15 56 | — 19 51  | 1.86              |
| Jupiter. | 1    | 5 18  | 9 30    | 13 42   | 16 26 | — 21 0   | 6.18              |
|          | 11   | 4 49  | 8 59    | 13 9    | 16 35 | — 21 19  | 6.08              |
|          | 21   | 4 19  | 8 28    | 12 36   | 16 43 | — 21 34  | 5.96              |
| Saturne. | 1    | 1 46  | 7 3     | 12 19   | 13 59 | — 9 33   | 10.04             |
|          | 11   | 1 10  | 6 26    | 11 41   | 14 1  | — 9 43   | 9.98              |
|          | 21   | 0 33  | 5 48    | 11 3    | 14 3  | — 9 49   | 9.71              |
| Uranus.  | 1    | 10 40 | 16 9    | 21 39   | 23 3  | — 6 54   | 20.47             |
|          | 16   | 9 38  | 15 8    | 20 39   | 23 5  | — 6 40   | 20.71             |
| Neptune. | 1    | 19 14 | 2 39    | 10 0    | 9 30  | + 15 4   | 29.35             |
|          | 16   | 18 9  | 1 34    | 8 56    | 9 29  | + 15 10  | 29.20             |

**MERCURE** : Visible fin du mois comme étoile du matin, la plus grande élongation occidentale ayant lieu le 5 février. Passe au nœud ascendant le 20, au périhélie le 7, et en conjonction inférieure avec le Soleil le 13.

**VÉNUS** : Dans le Capricorne près le Verseau, brille comme étoile du soir. Diamètre le 15 : 12"4.

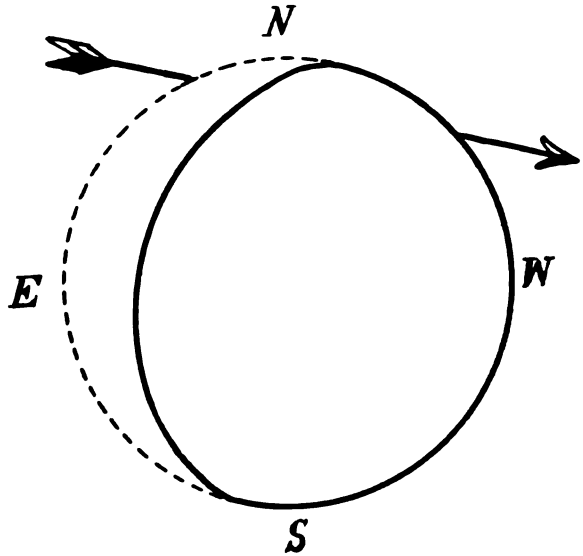
**MARS** : Dans la Balance, visible comme étoile du matin, basse sur notre horizon. Diamètre le 15 : 4"8.

**JUPITER** : Aux confins du Sagittaire et d'Ophiuchus, visible le matin, au Sud-Est, dans les lueurs de l'aurore. Diamètre le 15 : 30"4.

**SATURNE** : Aux confins de la Balance et de la Vierge, visible dans la seconde moitié de la nuit. Diamètre le 15 : 15"2. En quadrature avec le Soleil le 23.

**URANUS** : Dans le Versseau ; constellation qu'elle occupera toute l'année. Observable le soir Diamètre le 15 : 3"4.

**NEPTUNE** : Dans la constellation du Lion. Visible toute la durée de la nuit. Diamètre le 15 : 2"6.



Occultation d'*Aldébaran* ( $\alpha$  Taureau) gr. 1,1, le 17 janvier de 19 h. 38 à 20 h. 29 m.

La Lune aura une phase intermédiaire entre le premier quartier et la pleine Lune. L'étoile disparaîtra derrière le bord obscur et réapparaîtra par le bord éclairé. (Image droite.)

#### CONJONCTIONS.

|                                                                       |                         |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Le 1 <sup>er</sup> , à 11 heures, Saturne en conjonction avec la Lune | à 1° 59' S.             |
| 2, à 16 heures, Mars                                                  | » » la Lune à 4° 22' S. |
| 4, à 1 heure, Jupiter                                                 | » » la Lune à 4° 28' S. |
| 7, à 11 heures, Mercure                                               | » » la Lune à 1° 33' S. |
| 8, à 20 heures, Vénus                                                 | » » la Lune à 3° 14' S. |
| 10, à 21 heures, Uranus                                               | » » la Lune à 0° 18' N. |
| 23, à 12 heures, Neptune                                              | » » la Lune à 1° 27' N. |
| 28, à 19 heures, Saturne                                              | » » la Lune à 2° 6' S.  |
| 31, à 6 heures, Mars                                                  | » » la Lune à 4° 52' S. |
| 31, à 18 heures, Jupiter                                              | » » la Lune à 4° 30' S. |
| 1 <sup>er</sup> févr., à 1 heure, Vénus                               | » » Uranus à 0° 33' S.  |

#### Phénomènes divers.

*Satellites de Jupiter.* — Janvier 1<sup>er</sup> : éclipse disparition du satellite III, à 7 h. 12 m. 8 ; janvier 16 : éclipse disparition du satellite I, à 5 h. 12 m. 4.

**Variables.** — Minimum d'Algol : Le 1<sup>er</sup> à 6 h. 43 m., le 4 à 3 h. 32 m., le 7 à 0 h. 21 m., le 9 à 21 h. 10 m., le 12 à 17 h. 59 m., le 24 à 5 h. 15 m., le 27 à 2 h. 4 m. et le 29 à 22 h. 53 m. La variable Algol ou  $\beta$  Persée varie de la grandeur 2,3 à la grandeur 3,5; sa période est de 2 jours 20 heures 49 minutes.

**Étoiles filantes.** — L'activité météorique de janvier est assez restreinte. Voici, d'après les données de Denning, les centres d'émanation des principaux essaims actifs en ce mois :

|         |         |                        |                                                    |
|---------|---------|------------------------|----------------------------------------------------|
| 2       | janvier | $\alpha = 7$ h. 56 m.  | $\delta = + 16^\circ$ , près de $\zeta$ Cancer.    |
| 2 au 3  | »       | $\alpha = 15$ h. 28 m. | $\delta = + 49^\circ$ , près de $\beta$ Bouvier.   |
| 4 au 11 | »       | $\alpha = 12$ h.       | $\delta = + 35^\circ$ , près de N Chevelure.       |
| 18      | »       | $\alpha = 15$ h. 28 m. | $\delta = + 36^\circ$ , près de $\zeta$ Couronne.  |
| 28      | »       | $\alpha = 15$ h. 44 m. | $\delta = + 25^\circ$ , près de $\alpha$ Couronne. |
|         | »       | $\alpha = 7$ h.        | $\delta = + 44^\circ$ , près de 63 Cocher.         |

Les Bootides du 2 au 3 janvier, étoiles filantes rapides et à longues trainées sont généralement les plus intéressantes à observer.

**Constellations** visibles au-dessus de l'horizon de Bruxelles, le 15 janvier, à 22 heures.

Au Zénith : Le Cocher avec Capella, Persée un peu à l'Ouest.

Au Nord : Cassiopée, Céphée, le Dragon et les Ourses; la Croix du Cygne se couche.

A l'Est : Le Lion, le Cancer et le Petit-Chien. Vers le Zénith, les Gémeaux.

Au Sud : Le Quadrigé d'Orion, le Grand-Chien avec Sirius, le Lièvre et l'Eridan.

A l'Ouest : Le Taureau, le Bélier, la Baleine et les Poissons; Andromède et le Carré de Pégase au couchant.

**Lumière zodiacale.** — A rechercher le soir, à l'Ouest, après le crépuscule.

Observer la lueur antisolaire, le 24, vers minuit, dans le Cancer.

G. COUTREZ.

## Notes

**Nouvelles comètes.** — Suivant un télégramme du Bureau international astrophysique de Copenhague, reçu le 8 novembre soir, à l'Observatoire d'Uccle, un objet cométaire de treizième grandeur a été découvert, le 31 octobre, par M. Reinmuth, à 8 h. 44 m 5, temps moyen de Königsstuhl, dans la position  $\alpha = 1$  h. 15 m. 4 s.  $\delta = + 22$  s. 31' avec un mouvement diurne de  $\pm 32$  s. en  $\alpha$  et  $\pm 28'$  en  $\delta$ .

L'imprécision de cette annonce, à huit jours de distance de la découverte, n'a pas permis de recherches utiles à Uccle. Le 12 novembre, la circulaire n° 28, du même Bureau, est venue lever le doute quant au signe du mouvement par la communication de deux positions de l'astre, obtenues, l'une par Reinmuth lui-même, le 31 octobre, à 9 h. 57 m. 1, temps moyen de Königsstuhl, l'autre, par M. Wolf, le 5 novembre, à 8 h. 50 m. 3. La position de l'astre, par cette observation, était  $\alpha = 1$  h. 17 m. 50 s 90  $\delta = + 19^\circ 47' 23''$  2. Deux plaques posées à Uccle, le 13 novembre, par E. Delporte, à l'équatorial photographique de Grubb, ne montrent pas l'astre; celui-ci était donc, en ce moment, en dessous de la treizième, peut-

être de la quatorzième grandeur et, conséquemment, hors de la limite visuelle du grand réfracteur de l'établissement.

Suivant la circulaire n° 29 du Bureau de Copenhague, grâce aux deux observations de Kœnigstuhl et à une observation obtenue à Hambourg (Bergsdorf) par MM. Graff et Baade, le Dr Stracke a calculé, pour l'astre, les éléments elliptiques suivants :

1923 nov. 5,5 temps moyen Greenwich.

$$\left. \begin{array}{l} M = 354^{\circ}54'45''4 \\ \omega = 182^{\circ}58'19''2 \\ \Omega = 229^{\circ}17'9''6 \\ i = 16^{\circ}18'4''0 \\ \varphi = 28^{\circ}2'18''5 \\ \mu = 782''065 \\ \log a = 0,437832 \end{array} \right\} 1923,0$$

M. Baade, de son observatoire, tire la conclusion que l'astre n'a pas l'aspect cométaire, et serait alors une petite planète très intéressante par sa position. E. D.

**Comète 1923b, Reid-d'Arrest.** — Pour continuer la série des annonces tardives (il est bien entendu que le Bureau central de Copenhague n'est pour rien en cause de ces retards et en est plutôt la première victime), signalons le télégramme parvenu à l'Observatoire, le 5 décembre après-midi, et donnant la position suivante, obtenue le 1<sup>er</sup> décembre, à 9 h. 21 m., temps moyen de Greenwich, par Reid, de l'Observatoire du Cap, d'une comète qu'il a découverte le 10 novembre.

1<sup>er</sup> déc. 9 h. 21 m. temps moyen de Greenwich.

$$\alpha = 22^{\circ}39'32'' \quad \delta = -25^{\circ}16'$$

$$\text{Mouvement diurne } \Delta \delta = +3 \text{ m.} \quad \Delta \delta = +13'$$

La position très basse sur notre horizon et le mauvais temps ne nous ont pas permis des recherches.

Suivant la circulaire n° 31 du Bureau de Copenhague, l'Observatoire de Greenwich signale que la comète Reid est identique à la comète périodique de d'Arrest. S'appuyant sur les éléments de cette comète, publiés dans *A. N.* 5241, par Dubiago et Lexin, M. Moller et B. Strömgren ont calculé une éphéméride pour janvier prochain. Nous ne la reproduisons pas, l'astre n'étant accessible qu'aux très grands instruments.

Une éphéméride de recherches de la comète de d'Arrest, avait été publiée, et les 7 et 8 août, nous avions posé deux plaques, durée de pose, 1 heure, sur plaques orthochromatiques, les seules dont nous disposions à ce moment. Ces plaques donnaient les étoiles jusqu'à la treizième grandeur, mais ne montraient aucune trace pouvant être identifiée avec la comète. Des plaques posées à Bergsdorf, à peu près à la même époque, avaient donné également un résultat négatif, ce qui laissait un doute sur la valeur de l'éphéméride quant au retour actuel. La comète de d'Arrest a été découverte en juin 1851, à Leipzig, et est restée visible pendant trois mois ; l'orbite elliptique calculée, quoique imparfaite, permet la prédiction du retour pour l'hiver 1857-1858. Ce retour ne fut constaté qu'à l'Observatoire du Cap. Villarceau, en 1861, présenta un mémoire à l'Académie des Sciences de Paris au sujet des perturbations subies par la comète de la part de Jupiter. Le retour de 1864 ne fut pas constaté. En

1870, la comète resta visible pendant quatre mois et fut revue en 1877, mais non en 1884; en 1890, sa position fort australe ne permit que peu d'observations. Le retour suivant de 1897 fut observé, mais non celui de 1903. En 1910, la comète fut revue très faible, et manquée en 1917. Le présent retour était attendu; le passage au périhélie était prévu pour octobre. Actuellement, la comète s'éloignant à la fois du Soleil et de la Terre, donne, pour l'Europe, peu de chances d'observations pour les instruments moyens, eu égard à sa faiblesse d'éclat et à sa position australe. E. D.

**Les variations du niveau hydrostatique des grands lacs africains, Victoria et Albert, et la période Schwabe-Wolf des taches solaires.** —

On sait combien la vie à la surface du globe, sous toutes ses formes, manifeste l'influence diurne ou saisonnière du rayonnement solaire, comme suite de la variation purement géométrique de l'astre par rapport aux régions qu'il éclaire. Les variations propres du rayonnement lui-même qui sont consécutives de la variation dans le nombre et la grandeur des taches se font sentir aussi, mais d'une manière moins marquée dans toute une série de phénomènes purement physiques ou d'ordre météorologique, comme les éléments qui caractérisent le champ magnétique terrestre, la marche du baromètre, celle du thermomètre, la chute de la pluie, les crues des fleuves, etc..., et cela en un point quelconque de la surface du globe (1). La période des taches solaires à laquelle nous faisons allusion est celle dite de R. Wolf (Zurich), établie dès 1855, à laquelle on peut assigner une valeur d'environ 11 années; ces 11 années séparent deux minima, comme deux maxima, mais ceux-ci ne partagent pas également la période; 1911 et l'instant actuel sont les deux dernières époques de minima. A peine R. Wolf avait-il précisé après Schwabe l'existence de la période de 11 ans, que les météorologistes retrouvèrent son action manifeste dans les faits physiques si nombreux que nous avons cités; de jour en jour, depuis cette époque, les manifestations terrestres des variations de l'activité solaire se sont de plus en plus affirmées comme bien réelles. Il n'y avait d'ailleurs pas lieu de s'étonner de cette corrélation, et ces acquits scientifiques nouveaux se firent aisément accepter, car ils étaient prévus.

Le mémoire (M. O., n° 220) que nous avons sous les yeux (voir Bibliographie) et que publie dans la série des Geophysical Memoirs le *Meteorological Office*, est dû à M. C. E. P. Brooks; les déductions qu'il contient sont basées sur les observations des niveaux des lacs faites à Kisumu (lac Victoria), de 1896 à 1922, et à Butiaba (lac Albert), de 1904 à 1922.

Le lac Victoria tient, comme superficie (38 500 km<sup>2</sup>), la seconde place parmi les réservoirs d'eau douce du globe, la première étant prise par le lac Michigan (52 000 km.<sup>2</sup>); il est situé sous l'équateur et donne naissance au Nil Victoria, qui s'en échappe vers le nord, puis traverse le lac Albert, d'étendue beaucoup moindre et situé à 500 mètres plus bas, pour se diriger ensuite vers les plaines de la Nubie. L'étude des fluctuations des niveaux de ces deux lacs a une extrême importance, comme on le comprend aisément au point de vue de la connaissance du régime du Nil, le fleuve nourricier de l'Egypte; encore une fois elle a mis en évidence une

---

(1) Voir au sujet de la période R. Wolf, et de ses corrélations géographiques, *Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, 1903, p. 370; 1907, p. 90; 1908, p. 27; *Ciel et Terre*, passim et spécialement 1912, p. 79; 1914, p. 70, 195.

relation étroite entre un phénomène physique terrestre et la période de 11 années des taches solaires; c'est à ce titre géophysique que le mémoire de M. Brooks nous intéresse tout particulièrement.

Les observations relatives au lac Victoria sont rassemblées en un tableau qui donne (en inchs = 2,5 cm.) les hauteurs maxima et minima du niveau pour chacun des douze mois des années 1896 à 1922; pour le lac Albert, un second tableau donne de même les moyennes mensuelles; enfin l'auteur a reproduit graphiquement ces données en réunissant les observations par trimestre, de manière à obtenir quatre points du graphique discontinu par année. Il obtient ainsi trois graphiques — deux pour le lac Victoria et un pour le lac Albert. La même planche porte la courbe relative aux moyennes trimestrielles des nombres mensuels de taches solaires (1) pour la période 1896-1921; le lecteur voit ainsi d'un coup d'œil, tout d'abord la similitude vraiment frappante dans la marche générale des trois phénomènes, avec un retard de un à deux mois pour le phénomène hydrostatique. Entre 1915 et 1920, le maximum des taches solaires de 1917 est spécialement bien concordant avec les hauts niveaux des lacs. Tout en suivant la même marche qu'au Victoria, les variations de niveau du lac Albert sont beaucoup plus considérables; pour donner une idée de l'ordre de grandeur absolu des phénomènes, nous dirons qu'au lac Victoria, par exemple, la moyenne annuelle passe de — 10,5 à + 34,6 inchs, pour le lac Albert, de + 21 à + 115 inchs, le minimum des taches solaires 1911-12 coïncidant avec les niveaux les plus bas. Nous rappellerons à ce sujet les controverses des météorologistes au sujet de la coïncidence des minima solaires avec les maxima de précipitations atmosphériques; nous en avons parlé à plusieurs reprises dans *Ciel et Terre*.

On a fait dans l'Uganda, depuis 1902, des relevés réguliers de la chute de la pluie. L'auteur s'en est servi pour rechercher si une corrélation s'établit avec les phénomènes précédents; mais la comparaison n'en indique aucune bien nette, et il n'y a guère lieu de s'en étonner, car la hauteur d'un niveau lacustre est évidemment le résultat très complexe de multiples facteurs; la précipitation atmosphérique en est un, mais l'évaporation, l'apport des fleuves, etc., en sont d'autres, et des plus actifs, et *a priori* on ne peut certes s'attendre à voir s'établir à première vue une corrélation sensible dans la marche continue des phénomènes. Les recherches de Köppen et d'autres ont établi une relation entre les taches solaires et la température sous les tropiques qui est plus élevée aux minima; l'évaporation est sous l'influence directe de celle-ci et joue le principal facteur avec la précipitation dans la constitution du niveau des lacs. L'auteur montre que pour le lac Victoria, les variations du niveau peuvent être mises en relation assez simplement avec celles des deux facteurs : précipitation et évaporation.

Dans ces dernières années, on a fait à Kisumu deux observations journalières du niveau du lac, matin et soir, et l'on a mis ainsi en évidence une variation diurne de ce niveau, toujours plus élevé le soir. Elle est sans doute en relation avec les brises régulières de terre et de lac. L'installation projetée d'un enregistrement continu et

---

(1) Les nombres relatifs en question sont empruntés aux travaux de A. Wolfer, continuateur de ceux de R. Wolf, et insérés dans le *Meteorologische Zeitschrift*, 1902 et 1922. Les tables de R. Wolf ont été reproduites par A. Lancaster, dans l'*Annuaire météorologique* de notre Observatoire, 1901, p. 276-282.

automatique permettra ainsi dans l'avenir l'étude de variations périodiques de durées diverses, et mènera sans doute à retrouver au lac Victoria les « seiches » observées au lac Léman, aux lacs d'Ecosse, etc... Dernièrement nous avons parlé de ces phénomènes intéressants à nos lecteurs (1).

**La variation diurne de la déclinaison à Kew et la période Schwabe-Wolf.** — Lorsque Schwabe, pharmacien à Dessau (2) eut, le premier, en 1843, établi l'existence d'une périodicité dans l'activité des taches solaires (mesurée par leur nombre) et l'eut fixée à dix années environ, établissant ainsi la période solaire qui porte, me paraît-il injustement le nom de son successeur scientifique R. Wolf ce furent les géophysiciens qui les premiers retrouvèrent dans les éléments du magnétisme terrestre l'influence de cette modification périodique de l'état de la surface solaire et conséquemment du rayonnement qui en émane. Les bulletins de l'Académie royale de Belgique, par une communication de Hansteen en 1859 (3), ont eu l'honneur d'insérer l'annonce de cette première et incontestable corrélation entre les physiques solaire et terrestre. On le doit à Quetelet, le premier directeur de notre Observatoire, que ses travaux comme géophysicien avaient mis au premier plan; il était en relation épistolaire avec les astronomes les plus éminents dont les « *Annales de l'Observatoire* » inséraient volontiers la correspondance scientifique, suivant la mode de l'époque; c'est en fait dans l'Annuaire de 1859 (4) que se trouve la première mention de la corrélation dont il s'agit et qui a trait non à la variation diurne d'un élément, mais aux valeurs absolues de l'intensité horizontale et de l'inclinaison. L'intensité horizontale à Bruxelles comme à Christiania s'est montrée minima aux années 1823, 1834, 1845 et 1856 signalées suivant Schwabe et Wolf par des minima de taches; l'inclinaison varie en sens inverse. Il faut remarquer qu'il s'agit ici de minima et de maxima dans la marche séculaire de ces deux éléments qui est décroissante à Bruxelles et Christiania pour l'inclinaison et croissante pour l'intensité horizontale.

Presque en même temps et dans ces mêmes années, Lamont, directeur de l'Observatoire de Munich, et R. Wolf, à Zurich, grâce aux observations magnétiques organisées sous l'impulsion de Gauss (1843-53), montraient que la moyenne annuelle de la variation diurne de la déclinaison et des autres éléments suivait la fréquence des taches. R. Wolf précisait la durée de la période en la rapprochant de 11 ans (les derniers travaux de Wolf l'ont fixée à 11 ans, 12). Sabine, enfin, en Angleterre établissait la même corrélation pour les perturbations magnétiques en étudiant les riches matériaux apportés par les observatoires anglais des deux hémisphères qui participaient à la croisade magnétique de Gauss si l'on peut scientifiquement s'exprimer ainsi.

Les preuves citées de l'action solaire sur les phénomènes de la physique du globe étaient déjà bien établies et les travaux subséquents n'ont fait que les confirmer en en précisant les lois.

Pour ce qui concerne l'Angleterre, il nous faut citer le beau travail consacré par M. W. Ellis aux variations des trois éléments (déclinaison, intensité, inclinaison) à

---

(1) *Ciel et Terre*, 1922, p. 292 : « Les seiches des lacs écossais ».

(2) PRINGSHEIM, *Physik der Sonne*. — Leipzig, Talbuer, 1910, p. 63.

(3) HANSTEEN, CH., *Bull. Acad. roy. Bruxelles*, 1859, p. 462.

(4) QUETELET, *Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles*, 1860, p. 181.

Greenwich, de 1841 à 1893, mis en relation avec les nombres proportionnels de R. Wolf. Ce mémoire a été publié dans les *Philos. tr.* de la R. S. en 1898, mais on en trouve un bon résumé (1) dans le *Traité de magnétisme terrestre*, de J. Mascart, avec les graphiques si démonstratifs qui mettent en évidence cinq coïncidences de maxima et autant de minima.

Le travail de M. Chree (2), que nous avons sous les yeux, est relatif au même sujet et aux observations de déclinaison faites à Kew, de 1898 à 1900. Il peut donc être considéré comme une véritable continuation dans le temps, en ce qui concerne les variations diurnes de la déclinaison, des recherches de W. Ellis, la distance qui sépare Kew de Greenwich étant de peu d'importance au point de vue de la valeur absolue du champ.

Mais le mémoire de M. Chree est conçu dans un esprit tout différent de celui des recherches de Ellis; l'étude de la variation diurne absolue de la déclinaison (excès du maximum absolu sur le minimum diurne absolu), en elle-même et dans ses corrélations avec les nombres de Wolf relatifs aux taches solaires pendant les mêmes années y est poursuivie sous des aspects très variés qu'Ellis n'avait pas considéré à Greenwich. Nous essayerons de donner rapidement une idée des résultats obtenus.

L'auteur expose d'abord la valeur d'ensemble des matériaux ayant servi de base à son travail; ils ont été fournis par le même magnétographe enregistreur de Kew, installé en 1859, par Balfour-Stewart. Les courbes donnent la déclinaison à 0'1 et le temps à la minute; on n'a pas utilisé l'année 1874 pendant laquelle (pour cause de peinture des piliers! ou de rédetermination des constantes) l'enregistrement continu fut suspendu. Il a donc eu à sa disposition quarante-deux années d'observation, soit de 15000 courbes diurnes.

Ces 15330 courbes ont donné 15330 valeurs des écarts absolus dont on a calculé les moyennes mensuelles pour chaque année, ainsi que les moyennes annuelles; l'auteur a, en outre, calculé pour chaque année les moyennes par groupe de cinq jours. La comparaison des moyennes annuelles avec les nombres de Wolf met tout d'abord en évidence d'une manière très nette, mais pas absolue, la marche concordante du nombre des taches et de la grandeur des écarts de la déclinaison; quand je dis que la concordance n'est pas absolue, cela signifie que, en face d'une année donnée de maximum de taches, par exemple, peuvent se présenter deux ou trois années où les valeurs maxima des écarts sont très rapprochés; on voit, cependant, sans difficulté les années de maxima des taches, 1860, 1870, 1883, 1893, concorder avec des maxima d'écart et les années de minima, 1867, 1878, 1889, avec des minima d'écart. La marche parallèle des deux séries numériques est très frappante et il est regrettable que l'auteur n'ait pas utilisé la représentation géométrique si parlante, comme l'a fait Ellis pour nous la présenter.

Les groupements par cinq jours moyennés sur quarante-deux ans montrent la marche annuelle moyenne des écarts; elle est très remarquable et montre nettement deux maxima et deux minima; le maximum principal se place fin mars-commencement avril, le principal minimum est en décembre; dans les intervalles on observe un petit maximum fin septembre et un second minimum au commencement de mai.

(1) ELLIS, W., dans MASCART, *Traité de magnétisme terrestre*, p. 282. — Paris Gautier-Villars, 1900.

(2) Voir à la Bibliographie.



Ce sont là des résultats concordant avec ce qui est déjà connu pour l'hémisphère Nord de notre globe, pour les variations des trois éléments qui dépendent essentiellement de la marche des saisons. Cependant, si l'on calcule ces mêmes courbes annuelles, pour les années de maxima et pour celles de minima des taches, les maxima et les minima des écarts ne se définissent pas aussi nettement pour les années de minima des taches que pour les années de maxima. Il y a donc là aussi une influence manifeste de l'action des taches.

Ellis n'avait pas abordé cette partie du problème que M. Chree, au contraire, a cherché à élucider par l'utilisation ingénieuse des données recueillies. Il les a étudiées sous toutes leurs faces, groupant notamment les écarts par ordre de grandeur et cherchant comment ils se répartissent alors dans les différentes parties du cycle des quatre taches; il a étudié également la variation diurne en elle-même et la manière dont se répartissent les maxima (ouest) et les minima (est) suivant les heures et les années, recherchant si l'influence du nombre de taches se manifeste alors d'une manière quelconque, etc., etc...

Il y a là, plutôt que des résultats de quelque netteté, des indications pour des études ultérieures; les phénomènes sont très complexes et l'on ne peut qu'admirer l'ingéniosité avec laquelle le patient observateur et calculateur a cherché à utiliser la masse des documents qu'il avait à sa disposition. E. L.

#### **La déclinaison magnétique à Milan 1836-1920 et la période Schwabe-Wolf.**

— A l'Observatoire de Brera (Milan) depuis 1836 on a observé directement, sans aucune interruption, à 8 et à 14 heures, la déclinaison (l'échelle donne 1 cm = 5'34); depuis cette époque d'ailleurs on a installé à Milan la traction électrique urbaine, mais il ne semble pas qu'elle ait eu une influence quelconque sur le magnétomètre (Göttingen) installé par Meyerstein autrefois; c'est ce qu'affirme le Prof. L. Gabba (1). Les écarts des deux observations qui sont publiées depuis 1909 dans les *Osservazioni met. e geo. del Osservatorio di Brera* ont servi de base aux deux mémoires que nous analysons ici (1). Il faut remarquer que ces écarts ne peuvent d'une manière absolue être considérés comme représentant les écarts diurnes maxima, car ces heures d'observation sont constantes et celles des plus grandes elongations ouest ou est ne le sont pas. Il est d'autant plus remarquable de voir que les moyennes annuelles pendant toute cette longue période d'observation — sans aucune correction non plus de jours troublés ou non — ont montré une marche corrélative aux nombres de Wolf et à l'intensité de l'activité solaire manifestée par les taches. Déjà le Prof. Rajna en 1902 l'avait mis en évidence jusqu'à son époque. C'est cette étude qu'a poursuivie M. Gabba, de 1901 à 1920. Il s'est attaché surtout à montrer que la formule linéaire à deux coefficients numériques proposée par Wolf pour représenter la variation séculaire des écarts de la déclinaison en fonction du nombre proportionnel de la surface tachée du soleil, s'applique bien aux observations de Brera. M. Rajna a proposé pour la période 1836-1894 la formule  $\vartheta = 5,31 + 0,047 r$ ; pour 1871-1894 la formule  $\vartheta = 5,39 + 0,047 r$  et Wolf la formule  $\vartheta = 5,26 + 0,047 r$  pour la période 1836-1901. M. L. Gabba montre que la formule peu différente  $\vartheta = 5,26 + 0,047 r$  convient bien à la suite totale des années de 1836 à 1920. On sait que de semblables formules, mais avec des coefficients numériques différents qui doivent sans doute dépendre du champ permanent du lieu considéré,

---

(1) Voir à la Bibliographie.

semblent convenir pour représenter approximativement la marche des écarts de la déclinaison en chaque point d'observation. Cela a été vérifié aussi par M. Chree à Kew et également à Prague et à Christiania.

Ce qu'il nous paraît avoir à retenir de ces travaux du Prof. Gabba à Brera, c'est que le lien entre les taches solaires et les écarts diurnes de la déclinaison s'accuse par les observations d'une manière bien nette et cela sans qu'il soit nécessaire de rien éliminer des facteurs perturbateurs nombreux qui compliqueraient, semble-t-il, *a priori* la mise en évidence de cette corrélation. E. L.

**Antonio Favaro et les études galiléennes.** — Le 30 septembre dernier est mort à Pavie, à l'âge de 75 ans, un des fils illustres de la science italienne, dont le nom, connu du monde entier, se rattachait intimement pour tous à celui du créateur de la physique et de la mécanique, à l'initiateur de toute la science moderne, au grand Galileo Galilei. Son fils, le professeur Giuseppe Favaro, de l'Observatoire de Messine vient, dans une modeste note que publie l'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, de rappeler en quelques lignes sa vie de labeur scientifique. Le fils n'a sans doute pas voulu offenser le désir du père qui a écarté de sa tombe tous discours, tous éloges et tous regrets ; il s'est contenté de nous donner quelques notes brèves qu'il a fait suivre de la liste des travaux de l'illustre défunt ; elle ne mentionne pas moins de 524 titres de publications de tous genres ; le plus grand nombre rentre dans le domaine de l'histoire critique de la science et spécialement de la science italienne ; il n'est pas nécessaire que nous rappelions ici le rôle éminent qu'a joué Antonio Favaro pour le bien intellectuel et moral de la civilisation humaine toute entière par la publication en vingt volumes, qui correspondent à autant d'années, des œuvres complètes de Galilée. Ce rôle bienfaisant est connu de tous.

Antonio Favaro était essentiellement un esprit scientifique que ses études premières et ses tendances critiques conduisirent aux études historiques. Il a successivement enseigné à l'Université de Pavie, à laquelle il est resté attaché pendant toute sa longue carrière, différentes sciences pures, la mécanique, la statique graphique, le calcul infinitésimal ; c'est dire combien il était préparé aux études qui ont fait surtout la célébrité de son nom ; en 1920, ses élèves et le corps académique tout entier de l'Université de Pavie fêtaient avec éclat son cinquantenaire d'enseignement et disaient la reconnaissance italienne pour ses travaux qui avaient tant haussé le prestige de cette université.

Les recherches historiques d'Antonio Favaro se sont également portées sur d'autres savants italiens, à part Galilée : nous citerons Léonard de Vinci, Volta, Tartaglià, Torricelli. Dans le domaine astronomique, on lui doit aussi des travaux très suggestifs sur Copernic et la science de l'époque. Enfin, les études séismologiques proprement dites lui doivent quelques travaux importants. L'examen de la bibliographie si étendue qui termine l'opuscule de M. le professeur G. Favaro montre, en même temps que la variété de ses connaissances, l'importance de ses contributions à des sciences diverses.

Peu avant la guerre mondiale, la découverte à Roulers, par M. Van Belle, d'un portrait à l'huile de Galilée, attribué à Murillo, nous mit en rapport épistolaire avec l'illustre historien de Galilée ; nous avons, dans *Ciel et Terre*, fait part alors à nos lecteurs de l'intéressante énigme que cette découverte soulevait et nous avons refait, en suivant Antonio Favaro, l'histoire du mot fameux : *Eppure si muove*. Cette

énigme, à l'heure actuelle, n'est pas encore éclaircie ; mais nous pouvons, à ce propos, annoncer ici à tous ceux que ce curieux point d'histoire intéresse, que le portrait de Galilée n'a pas péri dans les ruines de Roulers. Son découvreur, M. Van Belle, nous l'a conservé. L'un de nos jeunes savants chimistes les plus distingués, M. L. Flamache, est parvenu, après des études difficiles et ingénieuses, à en obtenir une bonne épreuve photographique et *Ciel et Terre*, si quelque Mécène la favorise, aurait volontiers l'honneur de sa publication. Nous en attendons l'heureuse intervention.

E. L.

**Institut de Physique du Globe de Strasbourg.** — La création d'un Institut de Physique du Globe qui a accompagné le rétablissement de l'Université française de Strasbourg, satisfaisait à un desideratum déjà lointain de la science française ; les événements de 1914-1918, la guerre mondiale, le développement de l'aéronautique, de l'aviation, les nécessités pratiques de la connaissance plus intime des phénomènes météorologiques en ont rendu la réalisation plus immédiate ; le retour de l'Alsace à la France et l'existence à Strasbourg d'un centre international d'études sismologiques ont d'autre part fait choisir son Université pour siège du nouvel Institut auquel on a rattaché spécialement les études de l'atmosphère et la sismologie ; il est donc destiné à créer spécialement des météorologistes et des sismologues qui pourront y acquérir le diplôme spécial de géophysicien institué par la Faculté des Sciences de Strasbourg. Ce diplôme permettra l'accès des fonctions d'observateurs, de météorologistes, de sismologues, etc., dans les établissements scientifiques et sera ainsi très utile aux jeunes gens qui entreront dans la carrière scientifique de constructeurs d'instruments de précision, ou qui se destinent à l'aviation civile ou militaire.

Le rôle scientifique proprement dit de l'Institut est d'ailleurs complété par deux missions particulières qui lui incombent. La France fait partie de l'Union géodésique et géophysique internationale, créée à Bruxelles en juillet 1919 ; l'Institut est devenu le bureau central français de la section sismologique de cette Union, et enfin le Congrès de Rome de mai 1922 a choisi Strasbourg comme siège du bureau central de l'Union géodésique et géophysique internationale. L'ancienne station sismologique de Strasbourg, créée par le Prof Gerland et devenue française, appartient donc aujourd'hui à l'Institut de Physique du globe et est aussi le domaine de la section sismologique de l'Union.

Le directeur de l'Institut est le professeur E. Rothé que ses travaux antérieurs de physicien désignaient tout particulièrement pour occuper cette haute situation scientifique. Lors d'un récent voyage en Alsace, nous avons pu constater avec quel talent et quel succès il a réussi à organiser complètement déjà le nouvel Institut, installé à Strasbourg, dans un superbe local, au boulevard d'Anvers et dont il a bien voulu personnellement nous faire les honneurs ; nous avons pu aussi, sous sa conduite, visiter l'ancienne station sismique mi-souterraine édifiée autrefois, lors de la création de l'Association sismologique internationale, dans les jardins de l'Université, sous la direction du professeur Gerland. Depuis notre visite de l'année 1901, la science sismologique expérimentale a bien évolué et nous n'y avons plus retrouvé les appareils von Rebeur-Ehrlert qui y fonctionnèrent photographiquement les premiers et que nous installâmes à la même époque dans notre station sismique d'Uccle. Ils y étaient remplacés par les Wiechert et les Galitzin. Le directeur Rothé a étudié une forme heureusement modifiée du Mainka, très pratique et destinée aux stations du réseau sismologique français.

L'Institut de Physique du Globe a mis à son programme scientifique dès les premiers jours l'étude des relations entre les parasites et la prévision du temps. M. le directeur Rothé (1) et son élève M. Lacoste (2) ont publié à ce sujet des recherches intéressantes et suggestives dans les *Annales de l'Institut* qui comptent déjà maintes publications. Nous signalerons parmi elles un exposé de l'état actuel de la sismologie par M. Labrouste (3), sous-directeur de la station sismologique, et dont nous recommandons la lecture à tout lecteur désirant se mettre au courant des choses sismologiques; il est d'une clarté et d'une précision de langage qu'on ne trouve qu'en français.

Confîées aux mains de M. E. Rothé, les destinées de la sismologie française paraissent assurées. Il s'est voué à la tâche nouvelle avec l'enthousiasme du néophyte et la maturité du savant. Nul doute que sous sa haute direction, l'Institut de Physique de Strasbourg ne remplisse avec honneur la mission directrice qui lui est dévolue.

E. L.

### **Le centenaire de l'idée de la création d'un observatoire en Belgique.**

— Ce fut dans le courant de l'année 1823 qu'Adolphe Quetelet formula son projet de créer un observatoire dans notre pays. Le jeune savant — il avait vingt-sept ans — proposa à Falck, alors ministre de l'instruction publique et membre honoraire de l'Académie de Bruxelles, d'établir cet institut scientifique dans les provinces méridionales du royaume des Pays-Bas, provinces dans lesquelles il n'en existait pas. « J'étais bien jeune, dit-il dans sa notice biographique consacrée à cet homme d'Etat, lorsque j'eus le bonheur de fixer son attention; et, sans aucun titre, sans avoir jamais vu d'observatoire, j'osai lui parler d'en fonder un à Bruxelles... M. Falck eut la bonté de m'écouter, de se faire expliquer les avantages qui pouvaient résulter d'un pareil établissement pour la science en général et pour le pays en particulier; et il m'engagea à venir lui en parler encore. Peu de temps après, il m'envoya à l'étranger pour me faciliter les moyens de m'initier à la pratique de l'astronomie. »

La même année 1823, Quetelet présenta au gouvernement des Pays-Bas un rapport où il exposa ses vues relatives à ce projet. Dans sa pensée, le nouvel établissement scientifique ne devait pas seulement être un observatoire astronomique, mais comprendre aussi l'étude de la constitution physique de l'atmosphère et du globe. — Cf. *Correspondance mathématique et physique*, t. Ier, 1825, p. 70.

Sa demande, appuyée par le mathématicien commandeur de Nieupoort (1746-1827) et suivie d'une démarche de l'Académie de Bruxelles, fut favorablement accueillie par le ministre Falck, qui chargea Adolphe Quetelet de s'initier aux travaux astronomiques à l'Observatoire de Paris, où le jeune savant arriva à la fin de 1823. Notre compatriote y fut affectueusement accueilli par l'astronome français Alexis Bouvard (1767-1843), qui le mit en relations avec Poisson et Laplace. Quetelet rentra à Bruxelles au commencement de 1824.

---

(1) ROTHÉ, E., *Sur la radiogonométrie des parasites atmosphériques et la prévision du temps*.

(2) LACOSTE, P., « Contribution à la prévision du temps et en particulier du temps par les visées de ballons-pilotes », *C. R. de l'Ac. des Sciences*, t. 173, p. 997, 1921. — « Sur la relation existant entre les directions des dépressions des maximums des parasites atmosphériques », *C. R. de l'Ac. des Sciences*, t. 173, p. 843, 1921.

(3) LABROUSTE, H., *Exposé sommaire de l'état de la sismologie*.

Pendant dix ans, avec un acharnement remarquable, le fondateur de l'Observatoire de Bruxelles poursuivait la réalisation de son idée, sans se laisser rebuter par les innombrables difficultés de toute nature qu'il eut à surmonter.

AUG. COLLARD.

## Bibliographie

### L'astronomie et les astronomes (PRÉFACE) (1).

Le savant français, J.-G. Garnier (1766-1840) (2) disait dans son discours inaugural prononcé, le 9 novembre 1817, à l'ouverture des cours d'astronomie, de géodésie et d'arithmétique, à l'Université de Gand : « L'astronomie, par la dignité de son objet et la perfection actuelle de sa théorie, est le plus beau monument de l'esprit humain et le plus noble de son intelligence.

» Séduit par les illusions des sens et de l'amour-propre, l'homme s'est regardé longtemps comme placé au centre du monde ou du mouvement des astres, et son vain orgueil se complaisait dans cette hypothèse incompatible avec la majesté de la Création. Enfin, plusieurs siècles de travaux ont fait tomber le voile qui lui cachait le vrai système du monde. La marche de l'astronomie a été longtemps embarrassée et incertaine et les vérités, dont elle s'est lentement enrichie, ont été souvent alliées à des erreurs dont l'observation et les progrès des sciences accessoires l'ont successivement dégagée. »

Le XIX<sup>e</sup> siècle a marqué pour l'astronomie une phase de développement impérisable. La première découverte qu'il a enregistré est celle de la planète Cérès, faite par Piazzi à Palerme, le 1<sup>er</sup> janvier 1801. Ce siècle a inscrit dans les fastes de la science des noms illustres d'astronomes de toutes les nationalités. Il faut citer Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), Lalande (1738-1807), Laplace (1749-1827), auteur de l'immortel *Traité de mécanique céleste*, véritable résumé de l'astronomie mathématique, Delambre (1749-1822), Gauss (1777-1855), J.-B. Biot (1774-1862), Fr. Arago (1786-1853), William Herschel (1738-1822), qui découvrit Uranus en 1781, ainsi que les systèmes d'étoiles binaires, démontrant que les lois de Newton s'étendent à tout l'univers; Herschel est le pionnier de l'astronomie descriptive; par la détermination de la parallaxe de 61 Cygni, Bessel (1784-1846) a exécuté la première mesure de la distance d'une étoile; John Herschel (1792-1871) étendit à l'hémisphère sud l'exploration des cieux faite par son père William; Leverrier (1811-1877) et J.-C. Adams (1819-1892) couronnèrent l'astronomie gravitationnelle par la découverte théorique de Neptune en 1846. Henry Draper (1837-1882), W.-C. Bond (1789-1859), W. De La Rue (1815-1889) et L.-M. Rutherford (1816-1892) furent, de 1840 à 1864, les pionniers de la photographie céleste.

---

(1) Cette préface est le texte remanié de celle qui devait figurer en tête du travail portant ce titre, mais qui, pour des raisons d'uniformité de plan dans les volumes de la collection, n'a pu être insérée.

(2) Au sujet de ce savant, on consultera :

1<sup>o</sup> Notice sur J.-G. Garnier, par Ad. Quetelet (cette notice contient des renseignements autobiographiques) (*Annuaire de l'Académie royale de Bruxelles pour 1847*, p. 161 à 207);

2<sup>o</sup> Notice par Paul Mansion, insérée dans le *Liber Memorialis de l'Université de Gand*, t. II (1913), p. 11 à 13.

Le grand événement du XIX<sup>e</sup> siècle, en astronomie, fut le développement d'une nouvelle et importante section de l'astronomie pratique : l'« Astrophysique », dont G. Kirchhoff (1824-1887) jeta les fondements par l'interprétation des raies de Fraunhofer (1787-1826) dans le spectre solaire, en 1859. Dès lors, les progrès furent rapides, grâce aux perfectionnements instrumentaux et photographiques. En 1863, le P. A. Secchi, S. J. (1818-1878) forma la première classification des spectres stellaires. La même année, William Huggins (1824-1910) inaugura la photographie spectroscopique et découvrit, en 1864, les nébuleuses gazeuses. Tour à tour, J. Janssen (1824-1907), Norman Lockyer (1836-1920), C.-A. Young (1834-1908), M. G.-E. Hale (1868-v.) et M. H. Deslandres (1853-v.) réalisèrent de sérieux progrès en physique solaire. G.-V. Schiaparelli (1835-1910) démontra, en 1866, la connexion entre les comètes et les météores, et, en 1877, découvrit les canaux de Mars. H.-C. Vogel (1841-1907) publia, en 1883, le premier catalogue spectroscopique stellaire. Enfin, en 1887, l'amiral Mouchez (1821-1892) et David Gill (1843-1914) établirent les bases de la carte photographique internationale du ciel.

Dans la production livresque, intensive depuis 1880 surtout, les recherches et les études préliminaires du débutant, amateur ou professionnel, sont particulièrement ardues. Il lui manque un vade-mecum qui le renseigne fidèlement sur les ouvrages à consulter, lui signalant dans les différentes sections de cette branche d'activité intellectuelle, les traités et manuels, les instruments historiques, bibliographiques et biographiques de nature à lui faciliter la tâche et à le mettre au courant rapidement des progrès scientifiques réalisés jusqu'à ce jour.

Le présent travail s'est efforcé de combler cette lacune. Dans ce volume, nous avons réuni les principaux travaux parus dans chacune des différentes sections de l'astronomie, qui, comme toutes les autres branches du savoir humain, a si puissamment contribué à l'éclat du XIX<sup>e</sup> siècle. Cet ouvrage ne prétend pas être complet. Quelques omissions seront fatalement constatées. Nous recevrons avec reconnaissance les remarques susceptibles de faciliter, dans des éditions antérieures, les recherches de ceux qui consulteront cet ouvrage.

Nous avons pris la date de 1880 comme point de départ aux indications bibliographiques contenues dans ce livre. On ne trouvera donc guère mentionnés les ouvrages antérieurs. Pour les publications parues avant cette époque, on pourra recourir à la *Bibliographie générale de l'astronomie*, par J.-C. Houzeau (1820-1888) et A. Lancaster (1849-1908); on y trouvera renseignée, la plus grande partie de la littérature astronomique des origines à 1880.

Quant au plan adopté pour la classification, on s'est inspiré dans les grandes lignes de l'*International Catalogue of Scientific Literature*.

Dans chaque subdivision, on a classé les publications par langues, en suivant, pour chacune d'elles, l'ordre chronologique, de telle manière qu'on trouvera en tête toujours le plus ancien ouvrage paru, et, à la fin, le plus récent; toutefois, les travaux non datés figurent après ceux qui portent un millésime d'impression. On a donné pour chacun d'eux une description bibliographique extrinsèque complète.

SPAIN (ENRIQUE). — *Primer Suplemento al Catalogo universal de Revistas de Ciencias exactas, físicas y naturales, con sus correspondientes numeros de tomos o años durante las fechas de aparicion.* — Cordoba, 1922. — Une brochure in-8°

de 70 pages. (Academia Nacional de Ciencias. Miscelanea nº 6. — *Revista de la Universidad nacional de Cordoba*, año IX.)

Nous avons attiré, il y a deux ans (1), l'attention des lecteurs de *Ciel et Terre* sur un ouvrage dont nous signalons aujourd'hui la publication du premier supplément : celui-ci est l'œuvre de notre distingué collègue, M. Enrique Sparn, bibliothécaire de l'Académie nationale des sciences, à Cordoba.

Le catalogue est soigneusement tenu à jour : le supplément est rédigé suivant le même plan que le travail principal. Les revues nouvelles d'académies et de sociétés scientifiques ont été classées cette fois par ordre alphabétique de villes où elles se publient et non suivant les pays comme auparavant. Les autres parties du supplément ont été rédigées sous la même forme et avec la même méthode que précédemment.

Pour le surplus, nous renverrons le lecteur à ce qui a été dit ici-même au sujet du Catalogo. Les mêmes remarques peuvent s'appliquer au premier Suplemento. Nous félicitons M. Sparn de la célérité avec laquelle il tient à jour une œuvre aussi utile.

AUG. COLLARD,  
*Bibliothécaire de l'Observatoire Royal  
de Belgique.*

BROOKS, C. E. P. M. Sc. — *Variations in the levels of the central African Lakes Victoria and Albert. Meteorological Office, Geophysical Memoirs*, N° 20. M. O. (220 j.). [Variations des niveaux des lacs de l'Afrique centrale Victoria et Albert.] — Voir aux notes.

CHREE, C. Sc. D. L. L. D. F. R. S. — *Absolute daily range of magnetic declination at Kew, 1858 to 1900.* [Variation diurne de la déclinaison à Kew de 1858 à 1900.] *Meteorological Office, Geophysical Memoirs*, N° 22. M. O. (254 b.). — Voir aux notes.

GABBA, L. — *L'escurzione diurna della declinazione magnetica a Milano in rapporto alla frequenza delle macchie solari 1901-1915.* — Osservatorio di Brera, 1916.

— IDEM, *durante il quinquennio 1916-1920.* — Osservatorio di Brera, 1921. [Les écarts diurnes de la déclinaison à Milan et la fréquence des taches solaires pendant les périodes 1901-1915 et 1916-1920; publications de l'Observatoire de Brera 1916 et 1921.] — Voir aux notes.

ELLIS STRÖMGREN, *Astronomische Miniaturen.* — Verlag von J. SPRINGER, Berlin, 1922. [*Miniatures Astronomiques*, par E. STRÖMGREN].

C'est une traduction du suédois par W. Bottlinger d'un petit ouvrage fort intéressant du directeur de l'Observatoire de Copenhague. M. Strömgren, comme autrefois J. C. Houzeau, a pensé qu'il pouvait entrer utilement dans la mission d'un directeur d'observatoire astronomique de communiquer directement au grand public, sous une forme accessible à ses connaissances restreintes, les conquêtes les plus nouvelles de l'astronomie. C'est ce qu'il a fait dans ce petit volume qui ne comporte que six chapitres consacrés : au Soleil, aux Comètes, à un problème du calendrier, à l'astronomie stellaire et à la méthode interférentielle de Michelson.

---

(1) Cf. *Ciel et Terre*, 37<sup>e</sup> année, 1921, p. 110-112.

Le dernier nous donne un exposé simplifié des théories grandioses de Eddington sur les limites des masses stellaires. Il nous a paru que nous ne pouvions mieux faire pour contribuer à l'utile diffusion de ces « miniatures astronomiques », si aimablement présentées au public, que de traduire ce dernier chapitre qui porte, on verra pourquoi, le titre « Scylla et Charybdis ». Il est extrêmement suggestif et de nature à intéresser profondément nos lecteurs.

E. L.

## PUBLICATIONS REÇUES EN SEPTEMBRE 1923.

- 40.298. Bull. American meteo. Soc., 1923, vol. 4, nos 5, 6, 7, 8, 9.
- 40.086. Monthly not. of R. Astro. Soc., 1923, nos 7, 8.
- 40.073. Journ. of Brit. Astro. Assoc., 1923, n° 7.
- 40.108. Journ. of R. Astro. Soc. Canada, 1923, nos 4, 5.
- 40.098. Public. of Astro. Soc. of Pacific, 1923, nos 205, 206.
- 40.046. Bull. classe des Sciences Acad., Bruxelles, 1922 n° 12.
- 40.277. Bull. sect. Sciences Acad. Roumaine, 1923, nos 5, 6.
- 40.248. Observ. da Serra di Pilar bull. meteo. de mars-avril à août 1923.
- 40.019. Annuaire météorol. Institut R. d'Uccle, années 17, 18, 19, 20, 4 vol.
- 40.029. Astrophys. Journal, 1923, nos 3, 4, 5 et 2<sup>d</sup> semestre, n° 1.
- 40.047. Soc. franç. Astro., mai 1923.
- 40.044. Bulletin Astro. Mémoires, t. II, fasc. 7; t. III, fasc. 1; Travaux, t. IV, avril à juin 1922.
- 40.317. Revue Ecole poly. Univers. Bruxelles, 1923, fasc. 8, 9, 10.
- 40.120. Rev. Real Acad. Ciencias exactas fisicas Madrid tome XX, 4 fasc., 1922-23.
- 40.260. Bol. real soc. espanola historia nat. Madrid, tome XXIII, nos 5, 6, 1923.
- 40.051. Bull. soc. belge Géologie, tome XXXII, fasc. 2, 1922, et tome XXXIII, fasc. 1, 1923.
- 40.025. Arch. néerl. sciences exactes et nat. La Haye, série 3a, tome IV, fasc. 2.
- 40.104. Rev. Univ. Brux., 28<sup>e</sup> année, n° 4, 1923.
- 40.081. Mem. y revista soc. cienc. Mexico, tome XL, nos 7 à 12, 2 vol.; tome XLI, nos 2 à 4, 2 vol.; tome XLII, nos 1 et 2, 2 vol.
- 40.327. Bull. horaire Bur. Int. de l'heure, tome I, n° 7.
- 40.303. Publ. Domin. Astrophys. Obser. Victoria, vol. 2, n° 7, the orbit of the spectroscopic binary Boss 4870; n° 8 the orbit of the spectroscopic binary O. Aquilæ; n° 9 the spectroscopic orbit of 44° 3639.
- 40.313. Popular Astro. Tidskrift, année 4, fasc. 1 et 2, 1923.
- 40.087. Monthly Weather Rev., vol. 51, nos 3, 4, 5, 6, mars à juin 1923.
- 40.127. Bol. real Acad. Ciencias y Artes Barcelona, vol. 4, n° 7, janvier 1923 et index du vol. 4.
- 40.311. Memorias Real Acad. de Ciencias y Artes Barcelona, tome XVII, n° 25 Correccion bacteriologica del agua de bebida par medios de los hipocloritos alcalinos y por el cloro liquido, index du tome XVII; tome XVIII, n° 1, la espectroscopia llave de la astronomia moderna; n° 2, la fuerza electromotriz del denerador hidro electrico; n° 3, Apuntes sobre la villa de Tossa de Mar.



- 40.285. Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors of R. Obs. Greenwich, 2 juin 1923.
- 40.026. Assoc. belge de photo, n° 2, 1923.
- 40.301. Helwan Observ. Bull. 26. Verification of the altitude of Mersa Matruh.
- 40.336. Publicat. Observ. Astro. Univers. Tartu, tome XXV, n° 4. Results of double count observ. of the Perseids in 1921. Radiants of meteors observed in august 1920 et 21 at Tashkent. Observ. of meteors in years 1911-20; 5 On the luminosity curve of components of double stars.
- 40.300. Anales del Inst. gen. y tecnico Valencia; Laboratorio Hist. nat. n° 12; Laboratorio Hidrobiologia, n° 12 et 15.
- 40.304. Obs. Zi-Ka-Wei obs. magnétiques, t. II, 1919-20.
- 40.329. Physical Department, Cairo, Egypte; n° 10. Effect of wind direction on temperature and humidity at Jerusalem.
- 40.292. Catalogo Astrografico, vol. 6 + 59°.
- 40.310. Specola astro Vaticano, vol. 15 the lette and number scales of visual star colours.
- 40.074. I ick obs. Bull.
346. — Obser. on the deflection of light in passing through the sun's gravitational field.
347. — Elements and opposition ephemeris of minor planet, 1922, ND.; Preliminary elements of minor planet, 1922, MZ.; Observations of comet, 1922, C.
- 40.100. Rapport annuel état observ. Paris, année 1922.
- 40.202. — Bull. of Astro. Inst. of Netherlands.
39. — Note on some quantities connected with the precessional motion.
40. — Observ. of minor planets and of comet 1922 C made with the 10 inch refractor.
- Index du vol. I des bulletins 1 à 40.
41. — Note on the periods of W. Ursae Majoris and S. W. Lacertae.
42. — Luminosity function and brightness for clusters and galactic clouds. New reduction of von Zeipel's magnitudes in Messier 3. Remarks on the period of Ursae Minoris.
43. — On the relation between mass and absolute brightness of components of double stars.
- Remark on the period of U. Leporis.
- 0.252. — Bol. mens. Obser. Ebro, vol. 14, n° 1/2/3 a 1 fasc. 1923.
- 40.097. — Proceed of R. Soc. Edimburgh, vol. XLIII, part. II, 1923.
- 40.265. — Harvard Coll. Observ.
- Bullet. 786. — Nova in Messier 83. Faint red star of large Proper motion Occultation of star by Jupiter. Seven new variable stars in Monoceros. Suspected variability in stars and nebula. R. Coronae Borealis. Proper motion near A. G. Hels 13.170. Reported Nova in Cygnus.
- Bullet. 787. — Class. K. stars of Peculiar motion. Nova in Messier 83. Asteroids. Period of X Monocerotis. R. Coronae Borealis. Variable stars. Note on distances of class. B. stars. — R. V. Arae and Z. Capricorni.
- Bullet. 788. — Note on interstellar Calcium clouds. Concerning spectrosc

- copic tests of stellar luminosity. Nova Sagittarii 1917.5. Report on a photographic survey for bright meteors.
- Bullet. 789. — New asteroids. Star of highest density. Magnitude sequence for S. Coronae. Epsilon. Indi. Note on the proper motion of BeA 6369 =  $B \times D + 18^{\circ} 3424$ . RT Serpentis. Asteroids. Asthra.
- 40.264 — Harvard Coll. Observ.
- Circul. 242. — Comparison of a milky way field with one at the south galactic pole.
- Circul. 243. — Distances of 232 southern stars.
- » 244. — Observed maxima and minima of variable stars for 1922.
- » 245. — The distribution of stars of spectral class. M.
- » 246. — Distances of 116 southern stars.
- » 247. — Light curves of the two abnormal variables T and R. Coronae Borealis.
- 40.087. Monthly Weather Rev., n° 7, juillet 1923.
- 40.029. Astrophysical Journal, vol. 58, n° 2, septembre 1923.
- 40.096. Popular Astro, vol. 51, n° 8, octobre 1923.
- 40.080. Inst. Météo Ramanici Buletinul Linar, série II, vol. II, n° 116, 6, fasc. 1923.
- 40.031. Bolet. meteorol., 1919, Rio Janeiro, édit. 1922.
- 40.012. Annuaire Observat. Royal de Belgique, 1924.
- 40.139. Boletín serv. meteo. Mexicano Tacubayo, 3 vol., janvier à juin 1922; 1 vol. second semestre 1918, édit. 1922.
- 40.050. Soc. Royale belge géograph., Bulletin rens. commerc., 1923, n° 8.
- 40.247. Contributions from Mount Wilson Solar observ.
247. — The electric furnace spectrum of iron in the ultra violet with supplementary data for the blue and violet.
248. — Changes in the spectrographic elements of Y Sagittarii.
249. — The absence of oxygen and water vapor lines from the spectrum of Venus.
250. — The source of luminosity in galactic nebulae.
251. — Orbits of the spectroscopic binaries Lalande 13.792 and AOa 12.884.
252. — 283 stellar spectra of class S I general description The Behavior of spectral lines at the positive pole of the metallic arc.
254. — Orbit of the eclipsing binary IV Andromedae.
- 40.262. — Bull. sismique Obs. Uccle, 1 à 5, 1923.
- 40.322. — Revista mens. meteo. Rio Janeiro, vol. 1, n° 6 et 7, n° 8 et 9, vol. 1922.
- 40.318. — Commun. to the Nat. Acad. of Sciences of Mount Wilson Obs.
83. — Photographic determination of parallaxes with the 100 inch reflector.
- 40.198. — Journal of R. Astro of Canada, n° 132, juillet-août 1923.
- 40.264. — Circ. of Harvard Coll. Obs.
247. — Light curves of the two abnormal variables T and R. Coronae Borealis.
- 2.870. — The Hindu Nakshatras par Mukhopadhyaya.

M. HUNIN,

*Bibliothécaire de la Société  
belge d'Astronomie.*





# Phénomènes séismiques et volcaniques au Guatemala.

---

## Essai d'interprétation synthétique.

---

### CHAPITRE I

#### TREMBLEMENTS DE TERRE D'ORIGINE MARINE.

La carte séismologique de J. Milne nous montre que deux des douze régions ovalaires séismiques du globe comprennent le Guatemala; l'une, située du côté de l'Atlantique, effleure sa côte Nord, l'autre englobe tout le centre Amérique et son grand axe est parallèle à la côte du Pacifique.

Cette distribution géographique des phénomènes séismiques s'accorde entièrement avec les relations et les observations des désastres survenus au Guatemala pendant les quatre derniers siècles.

En effet, ces observations démontrent que tous les séismes désastreux se sont produits à peu près à la même distance de l'Océan Pacifique, le long du relief Andin parallèle à la côte; que les séismes de la côte de l'Atlantique sont généralement inoffensifs et que les plateaux massifs orogéniques de l'intérieur sont à peu près aséismiques.

Comme d'autre part tous les géologues et séismologues sont d'accord pour reconnaître que la très grande majorité des macroséismes (séismes destructeurs) se produisent le long des côtes ou à proximité des rivages et que les observations et les constatations qui constituent la base de cette étude ont été faites par l'auteur sur les côtes du Pacifique, il convient, pour la filiation des observations exposées et des conclusions qui en découlent, de traiter séparément les séismes d'origine marine et les séismes continentaux, en commençant par les premiers.

Pour justifier cette division, il suffit du reste de citer les conclusions des principaux séismologues concernant l'influence des mers sur les phénomènes séismiques: Hobbs (1908)<sup>1</sup> qui est si bon observateur, termine son étude séismique par la remarque qu'en général

<sup>1</sup> Hobbs, 1908, p. 297.

il est établi que le plus grand nombre des séismes a eu lieu sous les mers ou le long des profondeurs abruptes des bords des océans.

Le Comte de Montessus de Ballore (1906)<sup>1</sup>, en terminant son laborieux travail de géographie séismologique, écrit qu'une des plus grandes découvertes des séismologues du Japon est d'avoir montré qu'outre les chocs seulement signalés en mer, un nombre notable des séismes qui agitent les côtes du Japon prennent naissance soit sur le talus, soit au pied de la fosse du Tuscarora, et que les aires dévastées par les vagues séismiques (Tsunamis) ne semblent s'être que rarement étendues au delà de Kasuga, probablement parce que vers le S.W. de l'Archipel les grands fonds sont plus éloignés des côtes, il ajoute qu'il a eu trop souvent, dans son ouvrage, à développer les conséquences séismiques de l'existence de cette structure sous-marine, lorsqu'elle borde, comme au Japon, des terres élevées et récemment plissées, pour qu'il y ait lieu de développer davantage une thèse dont la découverte est due à Milne.

A. de Lapparent (1906)<sup>2</sup> résume ses constatations séismiques par la formule que les aires des foyers séismiques sont généralement en plein Océan, non loin des rivages que dominent de hautes chaînes de montagnes, et au-dessus d'abîmes sous-marins où la sonde accuse des profondeurs exceptionnelles ; en d'autres termes, elles jalonnent les brusques inflexions de l'écorce terrestre.

Les cartes et mappemondes séismologiques sont plus démonstratives encore de cette relation des talus abrupts marins et reliefs côtiers avec les phénomènes séismiques.

Déjà, en 1858, R. Mallet, en publiant sa carte séismique, constatait que les aires d'ébranlement sont constituées par des bandes qui suivent le plus ordinairement les lignes de relief qui définissent et divisent les grands bassins entre lesquels se partage la surface de la terre.

La carte de J. Milne, basée sur l'étude des séismes importants observés dans le monde entier de 1899 à 1903, nous montre 12 aires instables de forme ovale ; une seule est continentale et comprend toute la région méditerranéenne ; toutes les autres sont océaniques, englobent des archipels, ou longent des rivages.

Quant à la mappemonde séismographique de de Montessus, nous y voyons les géosynclinaux secondaires de Haug, auxquels il croit de-

<sup>1</sup> de Montessus de Ballore, 1906, p. 422.

<sup>2</sup> de Lapparent, 1906, p. 572.



FIG. 1. — Les zones et les ovales séismiques de l'hémisphère orientale, d'après de Montessus et J. Milne.



FIG. 2. — Les zones et les ovales séismiques de l'hémisphère occidentale, d'après de Montessus et J. Milne.

voir attribuer la cause des séismes, suivre également les rivages et englober les archipels, avec seulement la même incursion continentale de la région de l'Himalaya et dépendances signalée dans la carte de J. Milne.

Ce qui milite surtout en faveur d'un examen séparé des séismes marins et des séismes continentaux, c'est que les phénomènes tectoniques marins dont nous pouvons nous rendre compte sur les rivages sont généralement très réguliers dans leurs manifestations et identiques sur toute la surface du globe ; ce qui n'est pas le cas pour les tremblements et effondrements continentaux.

Une même cause peut produire des effets variés suivant le milieu qu'elle rencontre ; or, comme les surfaces continentales sujettes aux tremblements, sont généralement disloquées par suite de fréquentes immersions et émergences, et par conséquent moins homogènes dans leur structure tectonique que l'écorce terrestre du fond des mers, il semble bien que les manifestations géodynamiques internes doivent y être dépendantes de causes variées. L'importance des ruptures, failles et stratifications discordantes, comme causes accessoires et possibles d'instabilité, est du reste démontrée par ce fait que les surfaces terrestres tabulaires et à stratification concordante sont aiséismiques ou très exceptionnellement pénéséismiques.

La première partie de cette étude comprendra donc le minutieux exposé des manifestations géodynamiques survenues au Guatemala depuis le commencement du XVI<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours ; nous le ferons suivre des conclusions qui découleront d'observations de phénomènes tectoniques d'origine marine d'une même région pendant une si longue période.

Nous viendrons ensuite à l'examen du phénomène des raz de marée et des vagues séismiques qui doivent manifestement dépendre des mêmes causes.

Enfin, comme par les données recueillies et exposées pour expliquer les séismes d'origine marine, il apparaîtra que les éruptions volcaniques, sans être en relation directe ni dépendantes de ceux-ci, pourraient cependant bien être des effets dérivés accidentellement et par contre-coup des mêmes causes ; cette première partie se terminera par un essai d'explication des manifestations volcaniques.

Quant à l'étude des séismes continentaux et des questions d'ordre géologique qu'elle pourrait soulever, elle fera l'objet de la seconde partie de ce travail.

---



## CHAPITRE II

### GÉOGRAPHIE ET STRUCTURE GÉOLOGIQUE DU GUATEMALA.

L'exposé des observations séismiques et volcaniques d'un pays comporte naturellement un examen sommaire de la géographie et de la structure géologique de la région.

Comme nous l'avons vu par les cartes séismiques annexes, le Guatemala se trouve non seulement compris entre une zone maritime d'effondrements et une zone continentale de surrection, mais sa situation est absolument exceptionnelle pour l'observation des manifestations tectoniques d'origine marine, par le fait qu'il se trouve à la jonction de deux grandes zones mondiales instables reconnues par tous les géologues. En effet, la côte N.E. du Guatemala est affectée par la grande et large bande ébranlée qui, partant de la Birmanie, traverse toute l'Asie, comprend la Méditerranée et une partie du N.E. de l'Afrique, se perd dans l'Atlantique, dont les îles sur son parcours témoignent de sa continuité; atteint les Antilles, pour aboutir en éventail le long des côtes américaines de la Floride à l'Amazone. La côte S.W. de Guatemala, d'autre part, est comprise dans l'immense et étroite bande séismique circum-Pacifique.

Les attaques des côtes Guatémaliennes par ces deux zones d'instabilité marine, qui s'y rencontrent en angle droit, sont caractérisées par leur faiblesse sur la côte de l'Atlantique, et leur violence du côté du Pacifique; de plus, elles ne traversent jamais tout le pays, ce qui permet ainsi de les identifier; tel n'est pas le cas pour les îles et presque îles comme le Japon et l'Italie, où les effets des secousses venant des deux rivages opposés peuvent être entremêlés et confondus.

La carte séismologique donne l'aspect géographique de la région étudiée; quant à sa structure géologique, elle ressort du croquis tec-

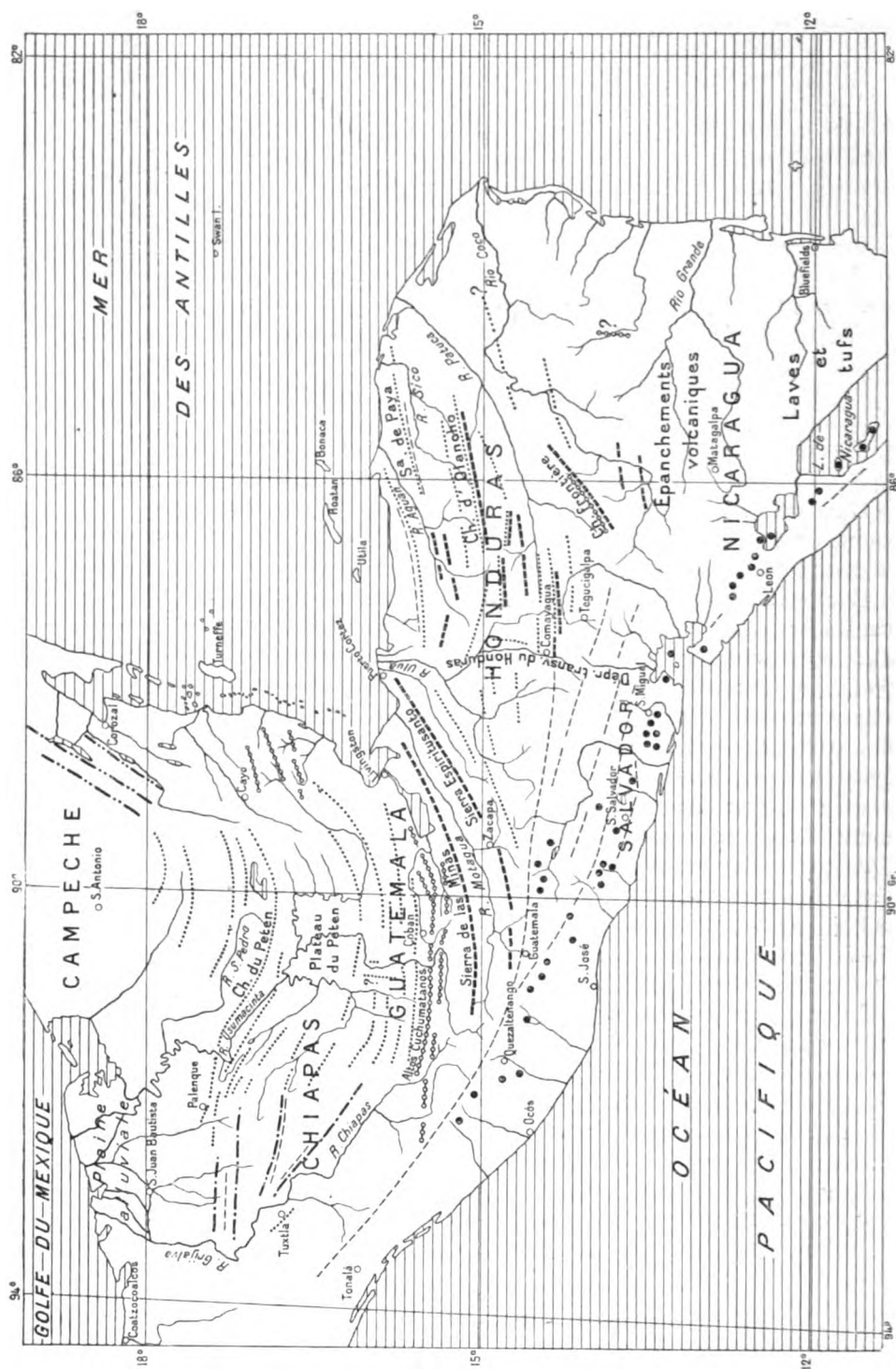


FIG. 3. — Face de la Terre (d'après Suess).

1. Pli. post-archéen ; 2. Pli. post-carbonifère ; 3. Pli. post-miocène ; 4. Principales failles post-miocènes ; 5. Failles pliocènes ; 6. Cylindres formés de roches éruptives récentes ; 7. Volcans — Échelle de 1 : 2 000 000.

tonique de la même zone, par Ed. Suess; nous en tirerons la description de la belle œuvre de l'immortel auteur de *La Face de la Terre*.

Au Guatemala, la Sierra Madre<sup>1</sup>, à partir du sud de l'Etat de Chiapas, s'oriente vers l'E. et vers l'E.S.E. pour atteindre la contrée comprise entre les villes de Guatemala et de Coban; là, elle est désignée sous le nom de Sierra de las Minas et atteint environ 3000 mètres, puis elle s'enfléchit à l'E.N.E., devient plus étroite, prend le nom de Sierra del Mico, et disparaît à peu de distance au Nord de l'embouchure du Rio Motagua.

Le long du versant nord de la Sierra de las Minas s'étend une zone de sédiments plissés; les fossiles ont permis d'y constater la présence du Carbonifère supérieur, du Crétacé et de plusieurs étages tertiaires.

Sur ce versant nord de las Sierras de las Minas et de la Sierra del Mico, Sapper a rencontré une bande de serpentine qui atteint le Golfo Dulce; le versant sud de la chaîne, dans la vallée longitudinale du Motagua, est également bordé, sur 225 kilomètres, par une traînée de serpentine. Cette roche passe pour plus récente que le Carbonifère supérieur et pour plus ancienne que le Crétacé moyen.

A partir de la ville de Guatemala, on voit émerger peu à peu au Sud du Motagua une chaîne parallèle constituée par des roches précambriennes, la Sierra del Espiritu Santo.

Tout le Sud et le Sud-Est du Guatemala, et le Salvador tout entier jusqu'à la tierra caliente de la lisière maritime, appartiennent à la zone des volcans récents et des produits de leurs éruptions; mais en allant vers l'Est, dans le Honduras, on voit sortir de dessous cette couverture des tronçons plus ou moins continus de chaînes plissées, qui sont toujours disposées en arc de cercle comme celles du Guatemala, mais dont la direction se rapproche davantage de W.E.

A cet exposé géologique il convient d'ajouter qu'à l'ouest et au large de la côte du Guatemala et au Salvador<sup>2</sup> le talus des grandes profondeurs du Pacifique se rapproche du littoral et plonge dans une fosse étroite, dont Suess fixe la profondeur maxima à 4,572 mètres.

---

<sup>1</sup> Suess, 1921, III, p. 1270.

<sup>2</sup> Suess, 1921, III, p. 1359.

## CHAPITRE III

### OBSERVATIONS SÉISMQUES ET VOLCANIQUES FAITES AU GUATEMALA DE 1541 A 1916.

Pour pouvoir apprécier la valeur scientifique d'une suite d'observations embrassant une période de près de quatre siècles, il convient évidemment d'indiquer tout d'abord les sources où celles-ci ont été puisées.

Pour la période qui s'étend de 1541 à 1778, elles proviennent des annales municipales de la première capitale et des archives coloniales de Guatemala. La valeur de ces premiers témoignages est indéniable, et pour le démontrer il suffira de rappeler que dès la destruction de l'Almolonga, actuellement Ciudad Vieja, première cité édifiée par les conquérants en Amérique et anéantie en 1541, les secousses séismiques de cette région furent une des principales préoccupations des autorités coloniales ; après chaque désastre des commissions furent nommées, qui procédèrent à de sérieuses enquêtes ; à la suite de la destruction de la seconde capitale en 1773 et des désaccords survenus entre les autorités ecclésiastique et royale concernant la reconstruction ou le déplacement de la capitale, des rapports longuement circonstanciés sur l'instabilité de la colonie furent envoyés au Conseil des Indes. Le conflit à ce sujet entre l'archevêque Cortes y Larraz et le Président régional Martin de Mayorga devint même à ce point aigu, que le premier menaça le second d'excommunication, et la cause fut finalement soumise à l'arbitrage du Pape et du Roi d'Espagne, avec pièces à l'appui.

Ces rapports officiels sur l'instabilité du pays pendant les deux premiers siècles d'occupation espagnole constituent donc des renseignements précis de premier ordre ; nous y trouvons, en effet, le nombre exact des morts de chaque désastre, avec les noms des victi-

mes espagnoles, la nomenclature des églises et des édifices détruits ou détériorés, la liste des familles notables qui se sont déplacées par suite des pertes subies, avec indication des villes où elles se sont établies ; ces renseignements sont donc autrement dignes de foi que les communications brèves et rapides reçues de nos jours par le télégraphe et colportées par les journaux ou par des correspondants généralement affolés.

En 1778, la « noble Ciudad de Santiago de los Caballeros » fut évacuée par la population espagnole et la ville actuelle de Guatemala fut fondée la même année.

De 1774 à 1828 il existe une lacune de la documentation séismique ; très probablement parce qu'après la terrible commotion de 1773, il se produisit une période de calme relatif.

En 1821, un Observatoire fut établi à Guatemala par les Pères Jésuites dans les immenses bâtiments de leur collège qui, après la révolution de 1871, devint l'Instituto Nacional ; c'est ainsi que nous possédons un recueil météorologique, astronomique et séismique précis et complet pour la période qui s'étend de 1821 à 1871.

L'importance de cet Observatoire se constate d'ailleurs par les communications qu'Alexis Perrey en a reçu pour établir son catalogue séismique de 1830 à 1861 ; nous savons par le même auteur qu'à la suite du premier tremblement de terre qui alarma la nouvelle capitale en 1828, trois séismographes très ingénieux, dus au R. P. Canudas, y furent installés : un pendule de plus de quatre mètres indiquait les mouvements horizontaux ; un instrument à ressort en spirale signalait les secousses verticales, et un cône surmonté d'une boule en verre précisait la direction des secousses.

Enfin, en ce qui concerne la dernière période, l'auteur, qui a habité le Guatemala de 1872 à 1920, a pu observer lui-même les phénomènes séismiques qui s'y sont produits.

Pour établir le plus brièvement possible le relevé des séismes d'une si longue période et éviter le reproche fait par un académicien aux travaux consciencieux d'Alexis Perrey, « que c'était toujours la même chose », il ne sera question ici que des ébranlements désastreux ou intéressants par leurs effets, au point de vue scientifique. Cette énumération, malgré tout forcément monotone, est cependant nécessaire, et l'uniformité même de ces manifestations rendra possible l'établissement de conclusions intéressantes.

Dans le but d'éviter autant que possible les longueurs dans les des-

criptions, nous emploierons l'échelle d'intensité de Rossi-Forel, pour indiquer l'importance relative des secousses ; nous ne ferons d'ailleurs mention que des tremblements ayant occasionné des ruines, mais cette échelle d'intensité relative nous sera utile, parce que les grands sinistres séismiques sont généralement précédés ou accompagnés de mouvements atténués ou parfois à peine perceptibles, et qu'il y a lieu d'en tenir compte.

*Echelle séismique de Rossi-Forel.*

Intensités (de I à X).

Microséismes :

I. — Mouvements non notés par tous les appareils de systèmes différents, ressentis par quelques observateurs exercés.

Macroséismes :

II. — Tous les instruments sont actionnés. Le mouvement est constaté par un petit nombre d'observateurs au repos.

III. — Ébranlement senti par un grand nombre de personnes au repos, la durée et la direction sont discernables.

IV. — Ébranlement perçu par des personnes en état d'activité. Mouvement d'objets mobiles, portes et fenêtres ; craquement des planchers.

V. — Ressenti par tout le monde. Mouvement d'objets importants, meubles, lits. Les sonnettes sont actionnées.

VI. — Réveil général des dormeurs. Oscillations des lustres, arrêt des pendules et horloges, mouvement sensible des arbres ; quelques personnes effrayées s'enfuient hors des habitations.

VII. — Objets mobiles renversés, chute du mortier et des plâtres des toits et des murs, arrêt des horloges publiques, effroi général.

VIII. — Chutes de cheminées, crevasses dans les murs.

IX. — Ruine partielle ou totale de quelques édifices.

X. — Désastres et ruines. Bouversement de couches terrestres, crevasses et failles. Eboulements de montagnes.

**Phénomènes volcaniques et séismiques du Guatemala  
de 1541 à 1778.**

10 septembre 1541. — Destruction de l'Almolonga, aujourd'hui Ciudad Vieja.

Cette première cité construite par les Espagnols fut détruite ou

plutôt ensevelie sous une avalanche de boue, à la suite de quatre forts tremblements de terre et après plusieurs journées de pluies continues.

Notre énumération doit commencer par une réfutation ou mise au point d'une erreur historique que les géologues Dollfus et de Mont-Serrat ont malheureusement fait consacrer par la science : le volcan de Agua, auquel le désastre est attribué, n'a jamais produit d'éruption d'eau et d'ailleurs de mémoire d'homme a toujours été inactif; son cratère très perméable n'a jamais pu retenir d'eau; de plus, s'il en avait contenu, il n'aurait jamais pu, par débordement ou rupture des bords, se vider du côté de Ciudad Vieja, vu que le rebord le plus élevé et le plus massif du cratère est précisément situé de ce côté.

L'entomologiste et historien Juan J. Rodriguez, dans une brochure publiée en 1890 et intitulée « El Volcan de Agua » fait, à ce sujet, une critique assez vive des affirmations de Dollfus et Mont-Serrat, critique qui semble faire croire que ces géologues n'ont pas visité le cratère du volcan ou que le mauvais temps, dont ils font mention dans le récit de leur ascension, les a empêchés de bien voir.

Ce qui est affirmé plus haut au sujet de l'impossibilité matérielle de l'existence d'un lac dans le cratère du volcan de Agua peut être constaté par quiconque fait l'ascension de ce volcan ; cette excursion est banale, ne présente aucune difficulté et est pratiquée par la plupart des touristes et des résidents étrangers du pays.

Il est toujours difficile de tuer une légende, surtout si elle est appuyée par l'histoire et la science ; mais le fait extraordinaire d'une éruption d'eau au lieu de vapeur d'eau, et la présence d'un réservoir d'eau dans un cratère demandent, pour l'étude qui nous occupe, à être examinés de près. Il serait cependant trop long de reproduire ici les critiques de Rodriguez concernant la légende historique et le rapport de Dollfus et Mont-Serrat ; il nous suffira de dire que dans la relation municipale du sinistre, il n'est nullement question d'une éruption d'eau, ni de l'existence d'un lac dans le cratère du volcan ; cette relation, qui s'appesantit longuement sur les effets du cataclysme, ne mentionne quant à son origine que ce qui est dit plus haut, c'est-à-dire : pluies continues (*cuatro dias de recias lluvias*) et « quatre tremblements de terre ».

Quant à l'origine de l'erreur historique elle est facile à établir.

Pedro de Alvarado choisissant, en 1527, l'emplacement de la capitale de sa nouvelle conquête, planta l'étendard de Castille sur les murs de

la cité Catchiquel appelée « Quauchtemalan » et située sur le versant occidental du volcan de Agua.

Ce nom de « Quauchtemalan », qui par la suite est devenu « Guatemala », signifie en nahuatl « Montagne des eaux » ou « Région des pluies », en raison de la grande fertilité de ce versant, comparative-ment au versant opposé, où les précipitations atmosphériques sont beaucoup moins abondantes. C'est probablement ce qui donna ce nom de « Agua » au volcan lui-même, par opposition à l'appellation de « Fuego », du volcan voisin, qui est aussi une traduction littérale du nom indigène.

L'Almolonga a donc été détruite par l'obstruction d'un ravin par suite d'éboulements dus à des tremblements de terre précédés de fortes pluies ; nous verrons par la suite qu'un phénomène identique a détruit, en 1874, le village de Patzicia.

1565. — Tremblements alarmants suivis de l'éruption du volcan Pacaya.

1575-1576-1577. — Série continue de séismes pendant trois ans tout le long de la côte, depuis le Nicaragua jusqu'à Chiapas.

26 et 27 décembre 1581. — Eruption du volcan de Fuego, précédée et suivie de séismes V et VI.

14 janvier 1582. — Nouvelle éruption du volcan de Fuego, accompagnée de séismes III et IV.

16 janvier 1585. — Eruption du volcan de Fuego, avec écoulement de lave pendant 6 mois ; fortes secousses ; quelques victimes.

23 décembre 1586. — Tremblement de terre causant des ruines ; familles entières ensevelies sous les décombres, crevasses signalées dans le sol, chemins devenus impraticables par suite d'éboulements.

1607. — Série de séismes V à IX ; maisons avariées ou écroulées, pas de victimes.

20 janvier 1623. — Eruption du volcan de Fuego, précédée pendant un mois de « retumbos ».

Février 1651. — Bruits violents souterrains, puis séismes VIII.

1663 à 1664. — Période instable, nombreux séismes III à VII.

1664. — Eruption du volcan Pacaya, sans séismes.

1668. —       "       "       "       "       avec       "

1671. —       "       "       "       "       "       "

1677. —       "       "       "       "       "       "

Les années suivantes, des séismes nombreux furent enregistrés dans les archives municipales ; les plus alarmants eurent lieu en 1679, sans indication de jours ni détails.



1681. — Le 22 juillet, sans détails.

1683. — En mai,           "       "

1684. — En août,         "       "

1687. — En octobre,     "       "

1689. — Le 12 février, séisme X, connu dans l'histoire sous le nom de tremblement de Sainte Eulalie : destruction d'immeubles, pertes de vies.

14 août 1702. — Séisme IX.

10 février 1705. — Eruption du volcan de Fuego avec coulée de lave; pas de tremblements signalés.

1709 à 1710. — Le 14 octobre 1709, séisme VIII, suivi d'une série de séismes V à VII pendant les mois suivants et éruption de lave du volcan de Fuego en janvier et février 1710.

1717. — Les séismes de 1717, qui commencèrent à être alarmants le 27 août et se continuèrent avec paroxysmes jusqu'en octobre, furent les plus terribles que la Colonie eut encore supportés depuis sa fondation; la ville fut momentanément abandonnée; les couvents furent évacués dans les villes et villages voisins; des églises s'écroulèrent et il fut question alors déjà du déplacement de la capitale; dès la première forte secousse, le 27 août, le volcan de Fuego illumina toute la contrée environnante par les flammes qui sortaient du cratère à une grande hauteur, sans cependant faire éruption. Bruits souterrains pendant toute cette période.

Septembre 1732 et août 1737. — Eruption du volcan de Fuego, il n'est fait pas mention de séismes.

4 mars 1751. — Séisme IX, la coupole de la cathédrale s'écroule, etc.

1773. — Destruction complète de la capitale par une série de séismes dont le premier eut lieu le 10 juin, ce qui motiva la dénomination du désastre dans l'histoire de tremblements de Santa Martha. Les séismes alarmants, dès le 10 juin, se succédèrent sans interruption et, le 29 juillet, une secousse fatale compléta la ruine de la ville, faisant plus de 300 victimes, dont environ 120 morts et 200 blessés, ce qui est énorme, car la population était prévenue et vivait depuis plus d'un mois dans des baraques et des paillotes; l'instabilité du sol cependant continua encore pendant plusieurs mois, car l'église et le couvent de la Merced, quoique très avariés, ne s'écroulèrent que le 13 décembre.

Immédiatement après la catastrophe, et sans s'occuper du projet de déplacement de la capitale, un grand nombre de familles se disper-

sèrent, cherchant un refuge dans des villes et villages réputés plus stables; parmi ces localités moins exposées, nous trouvons San Lucas Mixco, Amatitlan, Petapa, Pinula, Tecpan, Escuintla, Villa Nueva, Chimaltenango.

La zone désastreuse a donc dû être très réduite, vu la grande proximité de l'ancienne capitale de la plupart de ces lieux de refuge.

L'abandon de la *Ciudad de los Caballeros de Guatemala*, qui désormais s'appellera l'*Antigua*, fut alors décidé par les autorités; mais il y eut une violente opposition du clergé et des couvents, qui tiraient leurs ressources des prébendes et « Encomiendas » des villages voisins; le Pape et le Roi durent intervenir dans le conflit et le transfert de la capitale au Valle de la Ermita n'eut finalement lieu qu'en 1778.

Les commotions tectoniques qui, vers la même époque, affectèrent la région du Pacifique, furent très violentes et s'étendirent sur un large espace; en les mentionnant par ordre chronologique, nous trouvons, d'après les historiens :

1774. — Séismes III à Tégucigualpa et Comayaga au Honduras, villes ayant été jusqu'alors réputées à l'abri des tremblements de terre.

1775. — Séismes désastreux à San Miguel (Salvador).

Eruption du Pacaya au Guatemala (pas de détails).

1776. — La ville de Cuilapa, près du volcan Tecuamburo, au Guatemala, fortement éprouvée par un tremblement de terre (sans date).

Le 21 avril, destruction d'Acapulco.

Le 30 avril, les villes de San Salvador et San Sonate, ainsi que les villages d'Apaneca, Ahuachapa et autres localités voisines du volcan Yza'co, virent leurs églises et édifices s'écrouler.

1777. — Le 19 octobre, fortes secousses à Leon et à Granada au Nicaragua.

### Période de 1778 à 1916.

De 1774 à 1828, il n'existe pas de rapports concernant l'instabilité du pays; il est plus que douteux, cependant, que la région, dépendant du volcan du Fuego, ait été à l'abri de secousses pendant un demi-siècle; le plus probable est que les édiles de la ville détruite, abandonnée et redevenue une cité indigène, ne se sont plus donné la peine d'enregistrer les tremblements, puisqu'il n'y avait plus rien à détruire.

Un calme relatif semble ressortir cependant du fait que les premiers séismes alarmants de la nouvelle cité de Guatemala ne furent signalés qu'en 1828, et que ces secousses, inattendues dans une région répu-

tée stable, furent un sujet d'étonnement et donnèrent lieu à des commentaires et à des études.

Les R. P. Jésuites s'en occupèrent surtout et s'empressèrent d'installer dans l'Observatoire de leur collège des instruments de contrôle séismique, qui firent l'admiration du monde savant de 1830 à 1870.

Comme les Jésuites ont publié leurs observations, nous avons le catalogue complet, avec annotations scientifiques, des nombreux séismes de ce demi-siècle.

Les principaux sont les suivants :

1831. — Série de tremblements IV à VII.

1837. —   "                  "                  "                  "

1842. — Une secousse VII ou VIII.

1851. — Série de séismes IV à VI.

1857. — Novembre   "          "          " et fumée sortant du volcan Pacaya.

1862 et 1863 série de séismes et panique des habitants.

Comme ces séismes de 1862 et 1863 furent les derniers, de quelque importance, enregistrés par l'Observatoire du Séminaire des Jésuites, dont le R. P. Lézarzaburu était alors directeur, il convient de donner le libellé de quelques-uns de ces bulletins séismiques, régulièrement publiés par cet Observatoire dans la *Gazetta de Guatemala* et qui ont été ensuite rassemblés sous forme d'un recueil.

Le premier de ces bulletins est traduit de l'original, les trois autres sont des traductions publiées par Alexis Perrey; le libellé de ces bulletins témoigne de la minutie et de l'intelligence avec lesquelles ces observations ont été faites; on y remarquera aussi ce point très intéressant, qui ressort d'ailleurs de la lecture de tout le recueil, que pendant plus de trente ans la presque totalité des secousses signalées à Guatemala venaient d'une direction S.W.

Voici ces bulletins :

Le vendredi 26 décembre 1862, à 1.42 du soir forte secousse, durée 33 secondes, sa direction paraissant être du S.W. au N.E.

Cette direction coïncide avec une très minime différence avec la direction de la première impulsion du premier et du plus fort tremblement passé; les pendules, malgré leur extrême sensibilité, présentèrent le phénomène singulier de rester complètement immobiles; par ce motif il ne fut pas possible de déterminer la grandeur et la durée des oscillations.

Il semble que pendant la première secousse, une impulsion plus forte en sens contraire soit venue la neutraliser ; suivent les observations météorologiques.

Le 15 février 1863<sup>(1)</sup>, 9 heures du matin, à Guatemala, une première secousse qui a fait osciller la pendule de huit mill. pendant cinq secondes ; à 10 heures du matin, une deuxième secousse qui a fait osciller la pendule de seize mill. pendant six secondes. Ces deux secousses ont eu lieu du N.E. au S.O.

Le R. P. Lizarzaburu, qui attribue les tremblements de terre aux courants thermo-électrique terrestres, fait remarquer qu'à Guatemala les secousses ont lieu ordinairement dans une direction opposée ; mais que cette fois les courants ont dû changer de sens à cause des variations brusques de température.

Ces deux secousses furent moins fortes à la Antigua ; au contraire, dans un endroit nommé Canales, situé à l'E. de Guatemala, on en compte jusqu'à onze, preuve évidente, ajoute le révérend Père, que le mouvement ne provenait pas des volcans.

Le 1<sup>er</sup> avril 1863<sup>(2)</sup>, 2 h. 55 du matin, à Guatemala, une secousse assez forte de l'E. à l'O. et de dix secondes de durée. Beaucoup d'objets, dans les armoires du cabinet d'histoire naturelle, tombèrent à l'O. comme la boule du séismomètre. La secousse fut plus violente dans la Cordillère de l'E., où elle fut suivie de deux autres. Les vibrations, quoique rapides et violentes, dit le P. Lizarzaburu, furent si courtes que les séismographes à oscillations horizontales et verticales restèrent en repos.

Le 14 avril 1863<sup>(3)</sup>, 11 h. 20 m. du matin, à Guatemala, deux secousses de l'E. à l'O. ; à la première, le pendule séismique a oscillé de huit millimètres pendant sept secondes et, à la deuxième, de dix millimètres pendant neuf secondes.

Le 15, à 9 h. 30 du soir, une nouvelle secousse de l'E. à l'O. ; le pendule a oscillé de six millimètres pendant six secondes.

Le 23, à 8 h. 36 du soir, une dernière secousse encore de l'E. à l'O. ; le pendule a oscillé de quatre millimètres pendant deux secondes seulement.

1866. — L'Observatoire signale encore, avant de disparaître, deux

<sup>1</sup> A. P., vol. II, p. 120.

<sup>2</sup> A. P., vol. II, p. 124.

<sup>3</sup> A. P., vol. II, p. 124.

séismes VII, en août 1866, et toujours de la même direction de S.W. à N.E.; en 1871, les jésuites furent expulsés du pays; les observations cessèrent; une précieuse source de renseignements fut tarie.

A partir de 1872, les renseignements sismiques ont été recueillis sur les lieux par l'auteur de ce mémoire.

1873. — Série de séismes IV et VII, avec retumbos.

1874. — Le 3 septembre, à 9.15 du soir, terrible tremblement X à l'Antigua et destruction par une avalanche d'eau et de boue du village d'Itzapa et de la cité historique de Patzicia.

Les tremblements commencèrent le 8 août et continuèrent jusqu'au 6 janvier 1875.

A l'Antigua, il y eut quelques victimes par suite de l'écroulement des habitations, mais elles furent nombreuses à Patzicia, Itzapa et Dueñas situés de 10 à 15 km. à l'Ouest de l'Antigua, où un torrent d'eau descendant de la colline de Chimachoy avec un bruit pareil au roulement de centaines de charrettes, entraîna ou ensevelit tout sur son passage; ce fut un phénomène absolument identique à celui qui avait anéanti l'Almolonga en 1541, également en Septembre, époque des « Temporales » ou pluies continues.

Dans la capitale même de Guatemala, il ne se produit aucun phénomène alarmant.

1880. — Le 28 juin, éruption du volcan de Fuego, provoquant une nuit noire par suite d'une pluie de cendres, qui s'étendit jusqu'à la frontière de Mexique; cette éruption fut terrifiante par ses détonations et ses jets de flammes; il n'y eut cependant pas d'écoulement de lave; l'activité plutonique fut violente depuis 10 heures du soir, jusqu'au lendemain matin, continua ensuite atténuée jusqu'au 2 juillet, avec un nouvel accès violent le 1<sup>er</sup> juillet à 5 heures du soir. Après quatre jours de calme, il y eut une forte mais courte reprise d'activité le 6 juillet à 4 heures du soir avec détonations souterraines. Il n'est pas fait mention de séismes importants et dans la capitale, d'où l'éruption était visible, il ne se passa rien d'anormal.

1902. — Le 18 avril, à 8 h. 20 du soir, deux séismes à quelques minutes d'intervalle, accompagnés de forts retumbos, ruinèrent à moitié la belle ville de Quezaltenango, située à 11 kilomètres au Nord du volcan de Santa Maria, qui avait toujours été considéré comme éteint; les mois suivants, toute la zone occidentale du pays fut ébranlée par des séismes fréquents; quelques-uns d'entre eux furent même forte-

Il semble que pendant la première secousse, une impulsion plus forte en sens contraire soit venue la neutraliser ; suivent les observations météorologiques.

Le 15 février 1863 <sup>(1)</sup>, 9 heures du matin, à Guatemala, une première secousse qui a fait osciller la pendule de huit mill. pendant cinq secondes ; à 10 heures du matin, une deuxième secousse qui a fait osciller la pendule de seize mill. pendant six secondes. Ces deux secousses ont eu lieu du N.E. au S.O.

Le R. P. Lizarzaburu, qui attribue les tremblements de terre aux courants thermo-électrique terrestres, fait remarquer qu'à Guatemala les secousses ont lieu ordinairement dans une direction opposée ; mais que cette fois les courants ont dû changer de sens à cause des variations brusques de température.

Ces deux secousses furent moins fortes à la Antigua ; au contraire, dans un endroit nommé Canales, situé à l'E. de Guatemala, on en compte jusqu'à onze, preuve évidente, ajoute le révérend Père, que le mouvement ne provenait pas des volcans.

Le 1<sup>er</sup> avril 1863 <sup>(2)</sup>, 2 h. 55 du matin, à Guatemala, une secousse assez forte de l'E. à l'O. et de dix secondes de durée. Beaucoup d'objets, dans les armoires du cabinet d'histoire naturelle, tombèrent à l'O. comme la boule du séismomètre. La secousse fut plus violente dans la Cordillère de l'E., où elle fut suivie de deux autres. Les vibrations, quoique rapides et violentes, dit le P. Lizarzaburu, furent si courtes que les séismographes à oscillations horizontales et verticales restèrent en repos.

Le 14 avril 1863 <sup>(3)</sup>, 11 h. 20 m. du matin, à Guatemala, deux secousses de l'E. à l'O. ; à la première, le pendule séismique a oscillé de huit millimètres pendant sept secondes et, à la deuxième, de dix millimètres pendant neuf secondes.

Le 15, à 9 h. 30 du soir, une nouvelle secousse de l'E. à l'O. ; le pendule a oscillé de six millimètres pendant six secondes.

Le 23, à 8 h. 36 du soir, une dernière secousse encore de l'E. à l'O. ; le pendule a oscillé de quatre millimètres pendant deux secondes seulement.

1866. — L'Observatoire signale encore, avant de disparaître, deux

<sup>1</sup> A. P., vol. II, p. 120.

<sup>2</sup> A. P., vol. II, p. 124.

<sup>3</sup> A. P., vol. II, p. 124.

séismes VII, en août 1866, et toujours de la même direction de S.W. à N.E.; en 1871, les jésuites furent expulsés du pays; les observations cessèrent; une précieuse source de renseignements fut tarie.

A partir de 1872, les renseignements séismiques ont été recueillis sur les lieux par l'auteur de ce mémoire.

1873. — Série de séismes IV et VII, avec retumbos.

1874. — Le 3 septembre, à 9.15 du soir, terrible tremblement X à l'Antigua et destruction par une avalanche d'eau et de boue du village d'Itzapa et de la cité historique de Patzicia.

Les tremblements commencèrent le 8 août et continuèrent jusqu'au 6 janvier 1875.

A l'Antigua, il y eut quelques victimes par suite de l'écroulement des habitations, mais elles furent nombreuses à Patzicia, Itzapa et Dueñas situés de 10 à 15 km. à l'Ouest de l'Antigua, où un torrent d'eau descendant de la colline de Chimachoy avec un bruit pareil au roulement de centaines de charrettes, entraîna ou ensevelit tout sur son passage; ce fut un phénomène absolument identique à celui qui avait anéanti l'Almolonga en 1541, également en Septembre, époque des « Temporales » ou pluies continues.

Dans la capitale même de Guatemala, il ne se produit aucun phénomène alarmant.

1880. — Le 28 juin, éruption du volcan de Fuego, provoquant une nuit noire par suite d'une pluie de cendres, qui s'étendit jusqu'à la frontière de Mexique; cette éruption fut terrifiante par ses détonations et ses jets de flammes; il n'y eut cependant pas d'écoulement de lave; l'activité plutonique fut violente depuis 10 heures du soir, jusqu'au lendemain matin, continua ensuite atténuée jusqu'au 2 juillet, avec un nouvel accès violent le 1<sup>er</sup> juillet à 5 heures du soir. Après quatre jours de calme, il y eut une forte mais courte reprise d'activité le 6 juillet à 4 heures du soir avec détonations souterraines. Il n'est pas fait mention de séismes importants et dans la capitale, d'où l'éruption était visible, il ne se passa rien d'anormal.

1902. — Le 18 avril, à 8 h. 20 du soir, deux séismes à quelques minutes d'intervalle, accompagnés de forts retumbos, ruinèrent à moitié la belle ville de Quezaltenango, située à 11 kilomètres au Nord du volcan de Santa Maria, qui avait toujours été considéré comme éteint; les mois suivants, toute la zone occidentale du pays fut ébranlée par des séismes fréquents; quelques-uns d'entre eux furent même forte-

ment ressentis dans la capitale ; le 23 octobre, le volcan de Santa Maria sortit de sa longue léthargie en produisant une des plus terribles éruptions du littoral Pacifique américain, éruption ressemblant en tous points à celle du volcan de Fuego de 1880, par ses détonations formidables, son énorme éjection de cendres et l'absence de débordement de lave.

1907. — A Guatemala, quelques séismes se firent sentir ; celui du 27 septembre, à 5 h. du matin, fit sortir tout le monde dans la rue.

1910. — Nouvelle série de séismes IV à VII.

1913. — Le 8 mars, l'ancienne ville historique de Cuilapa, située à 15 kilomètres au Nord du volcan éteint et isolé de Tecuamburro, fut détruite par un séisme X, qui fit nombre de victimes ; l'auteur étant absent de Guatemala à ce moment, ne peut donner de détails précis ; mais son fils, qui partit de Guatemala avec la première expédition de secours, lui écrivit que le spectacle des ruines était navrant ; le tremblement de terre ayant eu lieu pendant la journée, plusieurs enfants furent notamment écrasés par l'écroulement de l'école.

1915. — Pendant la période d'août à décembre, séismes fréquents à Guatemala.

Après cet exposé chronologique d'observations accumulées pendant une si longue période, un résumé avec classement des effets nous permettra déjà de faire quelques constations intéressantes.

Ce classement nous montre en premier lieu que les manifestations éruptives et séismiques semblent s'être aggravées depuis le seizième siècle.

Une remarque à faire également, observation d'ailleurs déjà signalée par quelques séismologues, c'est qu'aux commotions très violentes succèdent généralement des périodes de calme ; c'est ainsi que la première capitale a pu se construire sans alertes graves de 1541 à 1586, date de la première atteinte alarmante ; la seconde a eu lieu en 1717, et la troisième, qui détermina l'évacuation de la capitale, se produisit en 1773.

Ce qui frappe en second lieu, c'est la relation, indéniable à Guatemala, entre les manifestations éruptives et séismiques ; elles ne dépendent cependant pas les unes des autres, puisqu'il y a des éruptions sans tremblements, et vice versa des tremblements de terre sans phénomènes volcaniques ; mais si nous récapitulons les effets volcaniques nous trouvons :

Pour le volcan de Fuego, quatre éruptions avec tremblements





en 1581, 1582, 1585, 1710, deux éruptions avec retumbos en 1623 et 1880, de l'activité avec flammes mais sans éruption en 1717, et quatre éruptions sans référence de séismes en 1585, 1705, 1732, 1738; ceci ne signifie cependant pas qu'il n'y ait pas eu de tremblements de I à V, car on omet généralement de mentionner ceux-ci à Guatemala.

Pour le volcan de Pacaya, nous avons également quatre éruptions avec séismes en 1565, 1668, 1675, 1677, deux éruptions sans références de séismes en 1664, 1775.

Pour le volcan de Santa Maria, nous avons l'unique éruption de 1902, précédée de tremblements dévastateurs.

Nous avons donc en totalité onze manifestations simultanées d'éruptions et de secousses; six éruptions seulement sont sans références de séismes; mais il faut noter que les annales n'ont jamais mentionné les séismes insignifiants.

Il semble donc bien, que tout au moins entre les causes qui produisent ces deux phénomènes, il doit y avoir une connexion quelconque.

Une troisième constatation, c'est que les ébranlements alarmants ou désastreux ne sont jamais absolument isolés; ils sont précédés ou suivis de séismes nombreux, occasionnant des perturbations de l'équilibre terrestre pendant des périodes de temps qui varient de quelques semaines à quelques mois; ils durent même parfois trois ou quatre ans.

Ce point est intéressant à signaler pour l'étude de l'origine du séisme; car cette continuité d'instabilité prouve que les causes souterraines qui ébranlent l'écorce terrestre, proviennent d'efforts géodynamiques continus, avec des recrudescences ou paroxysmes et ne résultent pas de chocs ou causes à effets instantanés.

Notons enfin, que d'après les observations recueillies dans leur observatoire par les P. Jésuites, presque tous les tremblements enregistrés pendant plus de trente ans venaient du S.W., c'est-à-dire exactement de la direction du gouffre océanique, qui se rapproche à 130 kilomètres de la côte Guatémaliennne.

Par le croquis schématique adjoint, on pourra, mieux que par des descriptions, se rendre compte des principales caractéristiques des phénomènes géologiques signalés pendant ces quatre siècles.

Le long de la côte, la très légère pente marine continue, formant

un avant-pays d'une largeur moyenne de 50 kilomètres, sans dépasser une altitude de 100 mètres; cette bande de terres basses et planes indiquée sur la carte en *teinte pâle*, va en se rétrécissant vers le S.W., pour disparaître au Salvador, où le relief côtier est plus rapproché de la mer.

Les montagnes ne sont pas indiquées sur ce croquis, mais leur emplacement et leur ligne de faite se localisent parfaitement par le tracé des cours d'eau qui en descendent; en outre, pour les volcans comme pour les villes, l'altitude métrique est indiquée sous leur nom, ce qui aide aussi à la compréhension du relief de la région.

Comme le montre le croquis fait à l'échelle, tous les volcans de Guatemala se suivent en un alignement parfaitement régulier, parallèle à la bordure nord de la plaine basse; c'est-à-dire en se rapprochant comme elle au Salvador de la côte du Pacifique.

Tous ces volcans, à l'exception des volcans Tecuamburro et Moyuta, sont adossés aux deux replis post-archéens des Sierras de las Minas et de Espiritu Santo, qui, aux approches de la côte, dévient en courbe vers le N.W.; mais si les volcans Tacana, Tajumulco, Saquichuro sont en quelque sorte greffés sur la crête, et les volcans Lacandán, Santa Maria et Zunit sur le haut du versant sud de la Cordillère, les volcans San Pedro, Atitlan, Acatenango, Fuego et Agua s'écartent graduellement de la ligne de faite Andine et le Pacaya, dernier du groupe, en est même éloigné de plus de 30 kilomètres.

Quant aux volcans de Tecuamburro et Moyuta, ils appartiennent à la zone volcanique sud-ouest de Guatemala dont les montagnes, d'après Dollfus et de Montserrat, sont formées de roches qu'ils désignent sous le nom de « porphyre trachitique ».

De tous ces volcans, sont seuls actifs les volcans Santa Maria, volcan d'Atitlan, volcan de Fuego et volcan Pacaya; dans le lac d'Atitlan, situé au pied du versant nord de ce dernier, on a constaté des sources d'eau chaude ayant la température de 76° C.

Quant aux volcans éteints situés le long des frontières du Salvador et du Honduras, et désignés sous la dénomination de groupe volcanique de Chiquimula, ils ne sont pas indiqués sur le croquis, parce qu'ils sont manifestement beaucoup plus anciens et se trouvent, comme les volcans du Salvador, hors de la zone étudiée; il n'existe d'ailleurs pas de relation de séismes graves survenus dans la région de Chiquimula.

Pour déterminer sur ce croquis les aires instables et leur degré

relatif d'instabilité, il existe outre les annales et traditions, des témoignages encore plus probants et plus positifs sur les ébranlements survenus. Ces témoignages sont les ruines où le délabrement des anciens édifices, notamment l'état des églises, qui furent partout au Guatemala les premiers monuments érigés, le plus souvent même avec les matériaux provenant de la démolition des « adoratorios » indigènes.

A Esquipulas, qui avant la conquête était, comme Cholula au Mexique, une cité vouée au culte, les Espagnoles édifièrent une basilique aussi somptueuse que la Cathédrale de l'Antigua ; et cette église, où les pèlerins indigènes viennent encore de nos jours, de très loin, apporter leurs offrandes, est parfaitement intacte, témoignant ainsi éloquemment de la stabilité de cette région voisine et dépendante du groupe volcanique de Chiquimula, dont il a été fait mention plus haut.

Il existe de même des villes, aussi complètement en ruines que l'Antigua, au sujet desquelles l'histoire écrite ne rapporte rien.

Notons enfin encore, comme source d'informations, les télégrammes publiés par les journaux de la capitale et annonçant, depuis 1875, tous les tremblements de terre du pays, avec indication de leur importance ; de ces derniers renseignements, dont il n'existe pas de recueil, il ne peut être fait qu'un usage prudent, parce que la mémoire peut être en défaut et qu'il peut y avoir des exceptions à des généralités retenues.

Cependant, c'est en tenant compte de toutes ces données qu'il a été possible d'établir les aires approximatives des ébranlements à Guatemala jusqu'à l'année 1918.

Ces aires sont désignées sur la carte par *des zones rayées*, de teinte d'autant plus foncée que leur instabilité est plus grande.

Comme il s'est agi, dans l'occurrence, de déterminer les endroits précis où des dégâts occasionnés par des milliers d'ébranlements ont pu être constatés, on notera que la délimitation de ces aires ne ressemble guère à celle d'un séisme isolé, généralement ovale, entouré de courbes isoséistes.

Par ce croquis on verra, à première vue, que les caractéristiques de ces aires sont non seulement très nettes, mais aussi qu'elles sont absolument identiques pour les cinq aires.

En effet, toutes ces zones sont étroites, rectilignes et parallèles entre elles, dans une direction S.W. à N.E. Au moins pour les trois aires correspondant aux volcans de Santa Maria, Fuego et Pacaya, qui,

grâce aux ports et villes qu'elles englobent, ont pu être correctement délimitées, les séismes sensibles dès le bord de l'Océan s'accroissent en raison directe du relief Andin, pour devenir désastreux, sur un espace relativement réduit à partir de l'alignement volcanique, sans dépasser, en s'atténuant, le pied du versant opposé de la Cordillère.

Pour les deux aires correspondant aux volcans Atitlan et Tecuamburro, pour lesquelles il n'y a pas de données précises concernant l'avant-pays, les caractéristiques, à partir de la région volcanique, sont absolument identiques à celles des autres volcans.

Déjà, comme nous l'avons vu, les annales témoignent de l'étroitesse relatives de ces aires instables, car si des moines et des religieuses, ainsi que des familles notables, se réfugièrent, en 1773, à Chimalteango, situé à 25 kilomètres N. E., et à San Lucas, distant de 20 kilomètres au N. W. de l'Antigua, c'est évidemment que ces localités avaient été épargnées; le bon état de conservation des églises et édifices de quelques villes ou villages situés entre ces aires est, d'autre part, la preuve évidente d'une zone intermédiaire plus stable.

Ce qu'il y a également à noter, c'est que cet exposé ne concorde pas avec la thèse d'une fracture ou faille le long de la Cordillère, que le commencement invariable de la région dangereuse à la base des volcans et le parfait alignement de ceux-ci pourraient faire supposer; car s'il en était ainsi par l'ébranlement d'une des deux lèvres de la fracture, ou des deux simultanément, le grand axe de l'épicentre de ces séismes devrait forcément être parallèle à cette fracture; or, ces cinq aires séismiques, parallèles entre elles, ont leur grand axe perpendiculaire à cette ligne volcanique et ne paraissent pas être moins indépendantes l'une de l'autre à proximité des volcans.

On notera aussi qu'en 1916 la capitale de Guatemala pouvait encore être considérée comme située en dehors de la zone dangereuse, quoique par les villes et villages en ruines (Amatitlan, Pueblo Vieja, etc.), situés à quelque quinze à vingt kilomètres au Sud, elle en fût très proche.

Avant d'entamer l'examen de la terrible période instable de 1917 et 1918, pendant laquelle les deux capitales du Salvador et de Guatemala furent détruites, examen qui nous donnera quelques précisions pour l'étude des phénomènes séismiques, on peut terminer l'exposé de cette première période par les constatations suivantes :

a) Il semble y avoir, depuis la conquête du pays, aggravation des phénomènes séismiques et volcaniques;

b) Les séismes IX et X isolés sont rares, et les périodes instables ont des durées variant de quelques semaines à quelques mois, se prolongeant même parfois deux et trois ans ;

c) Après des commotions très violentes, il y a généralement des périodes de calme qui varient de vingt à cinquante ans ;

d) Les zones instables sont des bandes étroites, perpendiculaires à la mer, indépendantes l'une de l'autre, et comprenant invariablement un volcan ou groupe de volcans ;

e) Le coup de bélier souterrain qui provoque des ruines ne se produit que de la ligne volcanique au sommet des Andes et l'étendue de la région dévastée est toujours relativement réduite.

---

## CHAPITRE IV

### DESTRUCTION DE LA VILLE DE GUATÉMALA 1917-1918.

Nous avons vu dans les pages précédentes que la capitale de Guatémala avait été transférée en 1778 à son emplacement actuel à cause de la parfaite stabilité de cette région, occupée depuis plus de deux siècles par des haciendas espagnoles et par les villages indigènes voisins de Jocotenango et Chinautla.

Comme cette parfaite stabilité de 1778 et les désastres de 1917-1918 semblent indiquer un déplacement du foyer séismique de cette région, il convient, pour l'étude qui nous occupe, de revenir sur cette question avant d'entamer le récit de la ruine de la capitale; car ce désastre va nous donner quelques précisions sur le déplacement souterrain des effets géodynamiques.

Nous devons, pour la même raison, rappeler aussi que la violente controverse, entre les autorités coloniales et le clergé, concernant le déplacement de la capitale avait duré de 1773 à 1778; en effet, le transfert avait été envisagé dès le lendemain du désastre, mais la cédula royale ordonnant l'établissement de la nouvelle capitale dans la vallée de la Ermita ne fut publiée à Antigua que le 29 juillet 1777 et les lettres apostoliques démissionnant l'archevêque Cortés, qui refusait d'abandonner la cité ruinée et nommant son successeur, sont datées de Rome du 1<sup>er</sup> juin 1778.

Dans cette longue polémique entre les deux pouvoirs royal et ecclésiastique, il n'est pas une seule fois fait mention, par les adversaires de ce déplacement, de la possibilité d'instabilité de la vallée de la Ermita. La seule allusion qui y est faite, dans les écrits conservés du parti de l'opposition, est une pastorale de l'archevêque affirmant que le tremblement de 1773 de l'Antigua a été vivement ressenti dans cette vallée, mais dans les rapports officiels il est surtout question

des inconvénients de l'abandon de l'ancienne cité, et les seules objections faites du choix de l'emplacement projeté pour la nouvelle capitale se bornent à le prétendre très exposé aux vents du nord, d'être en partie marécageux et à ne présenter aucune surface plane pour l'érection des monuments; ces rapports insistent aussi sur le fait que les environs sont moins fertiles que la vallée de Panchoy et aussi moins peuplés. Aucune allusion n'y est faite à la possibilité de désastres séismiques.

La cédule royale commence d'ailleurs par cette phrase : « Sa Majesté désirant mettre ses vassaux à l'abri des dangers auxquels ils ont été exposés depuis le 29 juillet 1773, etc... » ; puis suivait l'ordre du transfert immédiat de toute la population au Valle de la Ermita et celui de démolir complètement l'ancienne ville endéans l'année.

Il est bon de rappeler aussi que pendant que l'on discutait eut lieu la violente éruption du volcan de Pacaya de 1775, situé au sud de la Vallée de la Ermita, comme le volcan de Fuego, auquel, à cette époque, on attribuait les tremblements de terre, situé au Sud de l'Antigua. Aucune allusion ne fut faite cependant à cette éruption comme argument contre le transfert de la capitale à l'emplacement choisi; celui-ci devait donc bien être considéré comme placé absolument en dehors de toute zone dangereuse.

Mais il y a plus. Nous avons vu qu'en 1773, des familles et des congrégations religieuses émigrèrent à Villa Nueva, Petapa et Amatitlan, villes toutes prospères à cette époque et situées à quelques kilomètres seulement au Nord du volcan de Pacaya; cette région était donc aussi en 1773, considérée comme à l'abri des séismes; or, quand l'auteur de cette étude, un siècle plus tard (1872), est arrivé à Guatémala, il a pu constater que les églises et les édifices de ces trois villes étaient tout aussi délabrés ou ruinés que ceux de l'Antigua; il a pu aussi, pendant ses quarante-huit années de séjour dans le pays, se rendre compte que les tremblements de terre qui n'étaient qu'alarmants à Guatémala, étaient destructifs à Amatitlan et aux environs.

Il y a donc eu pendant ce siècle une avance de la zone dangereuse vers le Nord-Est, sans que celle-ci atteigne jamais la ville de Guatémala, où, comme nous l'avons vu, le premier séisme alarmant s'est produit en 1828 et où jamais avant 1917 un édifice n'avait subi d'avaries sérieuses.

Cette stabilité relative dans une région si éprouvée par les séismes était à rappeler avant d'entamer la relation de la catastrophe survenue



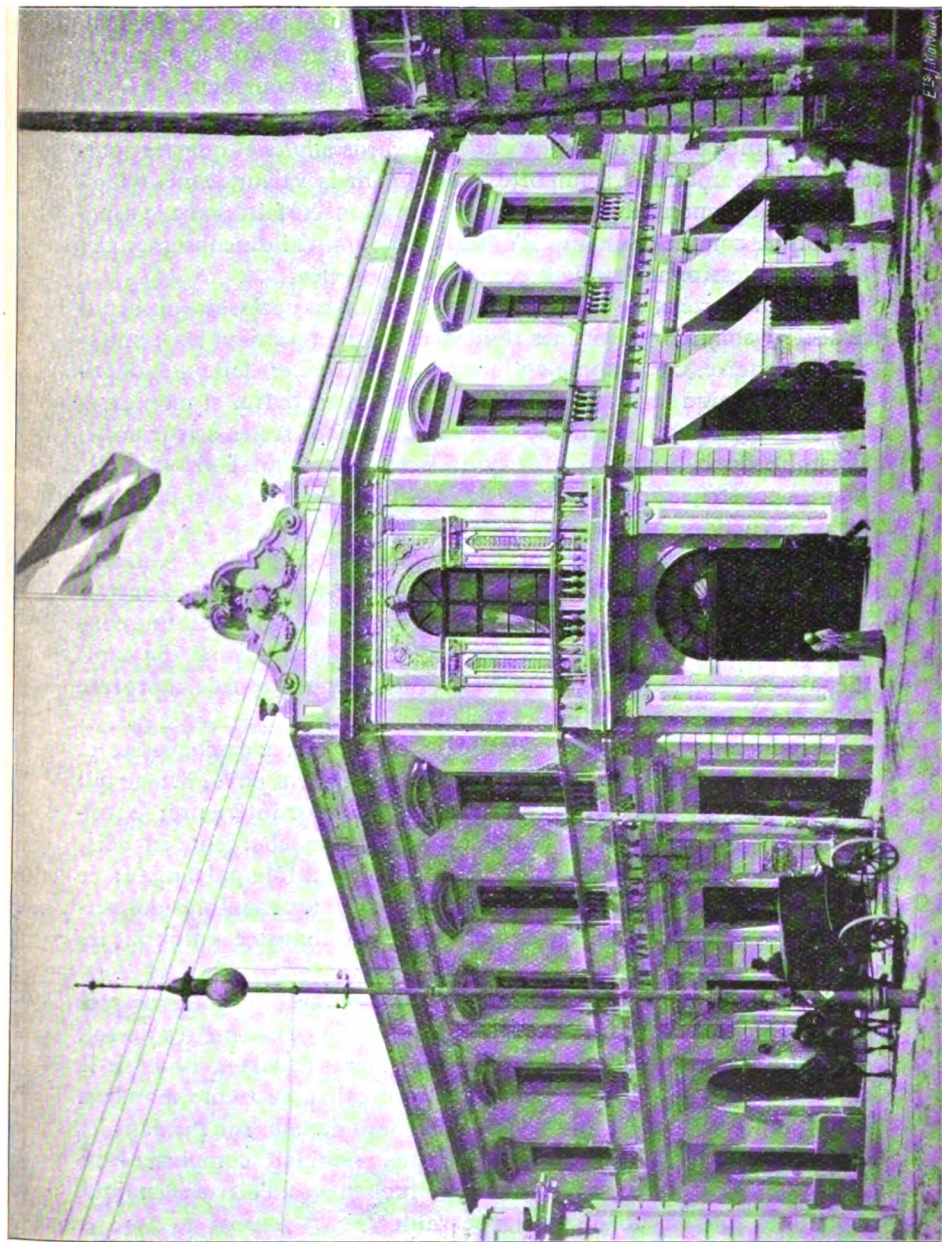


FIG. 4. — Bâtiment Suarez, alias *El Cazador*; à gauche coin du séminaire; à droite coin du Portal del Comercio.

le 25 décembre 1917. Je relaterai ce que j'ai vu et pu constater moi-même de celle-ci et indiquerai avec soin la source des renseignements intéressants que j'ai pu obtenir, sans pouvoir les contrôler.

Mais en présence de toutes les fausses nouvelles concernant ce désastre qui ont été répandues par les fuyards affolés et que les journaux ont reproduites, il importe, pour établir la valeur de mes témoignages, de démontrer que mes observations ont été faites avec le sang-froid que, comme beaucoup d'autres d'ailleurs, j'ai du conserver par devoir professionnel pendant ces terribles journées.

Pour la clarté et la brièveté de mon récit, il est nécessaire aussi que je décrive sommairement mes résidences avant et pendant les tremblements de terre, car, comme on le verra, le lieu où est faite une observation sismique a son importance relative; en outre, si mon expérience personnelle est celle de tous ceux qui sont restés à leur poste, l'histoire du bâtiment Suarez que j'habitais, et qui était une des bonnes constructions modernes de la ville, est celle aussi de toutes les constructions importantes de la capitale.

Cette propriété Suarez, plus généralement appelée « Almacen el Cazador », située au coin S.E. de la grande place, avait 32 mètres de façade sur la 8<sup>me</sup> rue et 50 mètres sur la 7<sup>me</sup> avenue; c'était une construction massive en briques dont les murs d'une vara (84 cm.) d'épaisseur soutenaient à 12 mètres de hauteur une lourde charpente couverte d'une toiture en tuiles rouges.

Les bureaux et magasins occupaient tout le rez-de-chaussée, et j'habitais avec ma femme, ma fille et un jeune employé, l'étage qui ne couvrait que les deux côtés de la première cour intérieure; le troisième côté avait un étage de construction légère, charpente en bois, murs minces en « adobes » sur champ, toiture en tôle galvanisée; ce département comprenait la cuisine, l'office et les chambres des servantes; une galerie couverte, comme au rez-de-chaussée, entourait les trois côtés de la cour.

Comme on le voit, l'habitation des maîtres, avec ses murs de près de trois pieds d'épaisseur et une lourde toiture à douze mètres du sol, n'était guère rassurante en cas de tremblements de terre, car saisir la nuit quelques vêtements, descendre un escalier de trente marches, ouvrir la porte cochère et arriver sain et sauf dans la rue pendant les quelques secondes que dure un séisme, semblait comporter une chance aléatoire; aussi le refuge habituel en cas d'alerte sismique était-il du côté des chambres des servantes.

Or, dès le début de 1916, nous étions dans une de ces périodes instables, déjà signalées dans les pages précédentes et la population avait été mise en éveil par des séismes d'intensités *III, IV, V*.

C'est ainsi que, vers la fin de cette année, je fis l'observation suivante : la nuit je sentais par intermittence comme une sensation de pulsations que, pendant des semaines, j'attribuais à des battements insolites de mon cœur, mais par la suite je dus me convaincre qu'il s'agissait de séismes *I*, perceptibles seulement lorsque j'étais couché, probablement grâce à l'élasticité des ressorts du lit et à la rigidité des murs en briques ; au rez-de-chaussée, assis devant mon bureau, je ne les ai jamais ressenties.

Je ne puis mieux définir ces sensations qu'en les comparant au ruissellement de l'eau que l'on entend lorsqu'on est couché à bord d'un yacht, à petite allure, par mer tranquille.

En juin 1917, la destruction de la capitale du Salvador, par un tremblement de terre qui fut à peine perceptible à Guatemala, acheva de mettre la population en émoi ; les catastrophes de San Francisco, de Valparaiso, de la Martinique, de St-Vincent, de la Jamaïque et surtout celle de Cartago, à Costa-Rica, étaient d'ailleurs présentes à la mémoire de tout le monde.

Aussi, dès le mois de juin chacun prit-il ses précautions ; les gens riches construisirent des « Trembloreras » ou refuges en bois au milieu de leurs cours ou dans un « sitio » voisin ; les pauvres évitaient de fermer leurs portes au verrou.

C'est dans ces conditions que, le 17 novembre, à 22 h. 15, nous eûmes, à douze minutes d'intervalle, les deux plus fortes secousses que, pour ma part, j'eusse encore ressenties pendant mon séjour dans le pays.

Dans notre habitation les murs, tuiles, portes et fenêtres firent un fracas épouvantable, et pour la première fois je vis de la poussière s'élever à la suite d'un tremblement de terre ; nous nous réfugiâmes du côté des appartements des servantes, où nous passâmes la nuit sans grande alerte nouvelle.

En décembre, des séismes d'intensités *VIII* et *IX* furent signalés à Amatitlan et aux environs du Pacaya ; à Guatemala, ils n'eurent pas ce caractère de gravité.

Tout le monde était donc en garde contre un danger possible, c'est ainsi que le soir du 24 décembre, je déconseillais vivement à mes servantes d'aller à la messe de minuit.

La journée néfaste de Noël 1917 se passa pour moi à faire ma correspondance le matin, et, les journaux ne paraissant pas ce jour, j'allais l'après-midi au « Diaro » prendre connaissance des câblagrammes de la guerre et de là à la légation belge, où un tremblement d'intensité V nous surprit vers 5 heures.

A neuf heures, nouveau tremblement qui nous décida, ma femme et moi, à aller, comme nous l'avions déjà fait plusieurs fois, passer la nuit dans un bureau inoccupé avec accès à la rue, situé au rez-de-chaussée à l'extrême bout du bâtiment Suarez; ma fille préféra aller dormir du côté des servantes; l'employé resta dans sa chambre à côté des bains et en dehors des murs, situation, par conséquent, moins exposée.

Comme on le voit, nous vivions à Guatémala comme des lièvres au gîte, c'est-à-dire prêts à sauter dans la rue à la moindre alerte; c'est ce qui expliquera le nombre relativement restreint des victimes de cette nuit fatale.

Nous étions à peine couchés depuis quelques minutes (20 h. 15), quand nous fûmes surpris par un roulement souterrain, suivi presque immédiatement par une série de terribles secousses, accompagnées de craquements des charpentes, du toit et des murs.

Je sautai de mon lit pour ouvrir la porte, la voie du salut, et m'habillai à la hâte en exhortant ma femme à se dépêcher; cette effroyable commotion continuait accompagnée maintenant du bruit sourd des murs qui s'écroulaient; je courus vers la porte cochère du Cazador distante d'environ septante mètres, dont j'avais la clef, pour assurer la fuite de ma fille et des servantes, car je connaissais le danger des portes coïncées par les murs disloqués ou fendus.

Avant d'arriver au coin je vis la plus jeune des servantes, puis l'employé suivi de mon chien, qui couraient comme des chevreuils et que j'essayai vainement d'arrêter; à mes appels l'employé répondit : « Les femmes viennent »; je trouvai effectivement la porte ouverte et vis arriver dans la cour ma fille et les deux servantes qui l'avaient courageusement attendue, ceci au moment précis où les secousses cessèrent. La porte fermée, et accompagné de mon chien, j'allai chercher ma femme que je trouvais enfin prête; je pris les couvertures et nous gagnâmes ainsi le parc central, qui, comme toute la ville, était couvert d'un nuage de poussière. Par le temps qu'il a fallu aux dames pour s'habiller et à moi pour faire ce que j'ai dit, on peut estimer à un minimum de deux à trois minutes, et même davantage la durée de ce premier séisme.

Nous étions à peine au parc depuis quelques minutes quand survint le second tremblement du sol, que nous attendions du reste, car nous étions habitués aux séismes jumeaux; ce tremblement plus accentué que le premier fit s'écrouler le petit mur (*paso mano*) qui surmonte le corniche du Cazador et remplit de décombres tout le trottoir que je venais de parcourir; ce fut ce même choc qui fit s'écrouler le dôme de la cathédrale.

Les rues maintenant étaient pleines de gens qui de tous côtés accouraient vers la grande place; mais décrire ce qui se passa alors au milieu des cris, des pleurs, des appels, dans cet affollement général, serait long et difficile; je me contenterai d'un petit aperçu général de cette nuit tragique, en terminant par un résumé des observations séismiques.

Le parc central de Guatémala a environ quatre hectares, soit approximativement la moitié du parc de Bruxelles; il n'y a pas d'autres immeubles habités que les quatre coins des blocs (*manzanas*) de maisons qui s'emboîtent dans les quatre côtés de la place, occupés respectivement à l'Ouest par le Palais National et les Ministères, au Nord par la Municipalité et la Police, au Sud par le Portal del Comercio, tous les trois précédés d'une galerie couverte et, enfin, par la cathédrale, flanquée de l'évêché et du séminaire du côté Est. Le Cazador forme le coin entre le Portal del Comercio et le Séminaire.

J'évalue à huit ou dix mille le nombre de réfugiés qui se trouvaient réunis vers onze heures dans ce parc où, arrivés des premiers, nous jouissions du grand privilège d'avoir un banc pour nous asseoir.

Après les deux premiers séismes, il y eut une accalmie d'une demi-heure environ, puis les secousses reprirent et continuèrent, cette fois presque sans interruption, jusque vers quatre heures du matin, avec cinq ou six paroxismes terrifiants; les séismes s'espacèrent ensuite avec des intervalles assez irréguliers.

La nuit était belle et sereine, éclairée comme en plein jour par une pleine lune splendide, pas un nuage au ciel étoilé; le contraste entre le calme extérieur et ces effroyables convulsions souterraines, au lieu d'apaiser, semblait plutôt accroître l'angoisse de la foule qui nous entourait; car ces secousses avec leur sinistre roulement précurseur, les édifices qui s'écroulaient avec des colonnes de poussière s'élevant de tous côtés, ces arbres qui, sans un souffle d'air, fauchaient l'air par leurs balancements, tous effets qui, plus perceptibles par cette nuit

calme et claire, ne pouvaient qu'intensifier l'horreur de la situation.

Par suite de cette ruée éperdue vers le parc central, il y avait là des enfants presque nus arrachés de leur lit, des hommes ignorant le sort de leurs femmes et, inversement, des femmes et des jeunes filles isolées ne sachant rien de leur famille, les uns peu ou pas vêtus ou pieds nus, d'autres en toilette de soirée; mais il n'était question là ni de riches ni de pauvres, car presque tous croyaient leur dernière heure venue.

A chaque paroxysme des gens s'embrassaient, se confessaient, se demandaient mutuellement pardon, ou bien, à grands cris, imploraient la protection divine; les femmes, la plupart à genoux ou accroupies comme à l'église, chantaient des cantiques ou récitaient des litanies, accompagnées par les prêtres et séminaristes, et ces chants interminables et monotones se changeaient en hurlements et en pleurs à chaque paroxysme et formaient l'accompagnement des détonations souterraines et des bruits lourds des édifices et des rues entières qui s'écroulaient.

Puis les nouvelles alarmantes circulaient : les incendies qui s'allumaient étaient des volcans naissants qui allaient nous inonder de lave; la terre venait de s'entr'ouvrir dans tel quartier et nous allions être engloutis; la poussière qui s'élevait après l'effondrement d'une église était du gaz asphyxiant comme à la Martinique, etc.

Pour terminer la brève description de ce que fut cette nuit, je ne citerai qu'un des nombreux épisodes qui se passèrent autour de nous; tout à coup, au milieu des tremblements, on annonce que la jeune femme d'un diplomate sud-américain est en mal d'accouchement; on cherche un médecin, on s'empresse d'abattre des bambous et des branches d'arbres pour isoler la patiente, un médecin finalement est trouvé, mais rien de grave ne se passe; l'accouchement n'eut pas lieu cette nuit. L'incident cependant était à rapporter à cause de ses suites tragiques; en effet, le docteur Manuel Valle, qui avait soigné cette dame fut, ainsi que son cheval, affreusement écrasé par un pan de mur qui s'écroula sur eux le 29 décembre, en allant voir sa cliente réellement accouchée alors et réfugiée dans une baraque érigée dans le parc de la légation anglaise.

Après cet exposé général, je reprends mon récit personnel : le soir, vers onze heures, les miens étant en sûreté, je suis retourné au Cazador pour y enfermer mon chien, difficile à garder avec moi dans cette cohue.

La nuit se passa pour moi à tâcher de comprendre ce qui se passait, à aller voir après chaque paroxysme si le Cazador émergeait encore debout dans la poussière soulevée, et à admirer sa splendide résistance.

Le parc central, par cette nuit, était un observatoire autrement pratique que l'intérieur d'une habitation; la confusion ne pouvait s'y faire entre les bruits souterrains et les craquements des charpentes mêlés au tintamarre des portes, meubles et vaisselles; on n'y avait pas non plus la préoccupation constante du danger à éviter; on y possédait aussi l'avantage de dominer, par suite de sa situation, tout le sud de la cité; enfin, cette série discontinue de séismes, avec ses maxima et ses minima, pendant plus de cinq heures consécutives, était une occasion unique d'investigations séismiques.

Aussi, dès minuit, j'eus l'impression bien nette que les mouvements du sol nous venaient du Sud ou du Sud-Ouest; en effet, nous entendions parfaitement d'où venaient les roulements souterrains qui précédaient invariablement les secousses; puis nous voyions la poussière des écroulements s'élever du côté de la station située au Sud avant d'arriver jusqu'à nous.

Après cette première constatation, l'impression qui suivit, et qui par la suite devint pour moi une conviction absolue, fut que ces roulements et secousses ne pouvaient être produits que par le déplacement ou des courants du magma interne *sous très forte pression*.

Je signalai cette opinion aux quelques personnes, suffisamment calmes, qui m'entouraient et toutes furent de mon avis qu'il s'agissait de vagues souterraines.

Je donnerai les raisons et les preuves multiples qui étayent cette thèse de déplacement ou circulation du magma, après l'examen complet de cette période instable.

Après avoir relaté les ébranlements de la nuit, j'indiquerai l'emploi de ma journée du 26 décembre 1917, et finirai en résumant les événements intéressants de ce bouleversement terrestre, en tenant compte des données qui me parvinrent de différentes sources, mais que je n'ai pu contrôler moi-même.

Au petit jour je me rendis au Cazador, pour examiner l'état de la construction, et dus constater à regret que les dégâts étaient assez importants; nous avions déjà pu voir de l'extérieur que la charpente du toit était presque à nu, les tuiles s'étant brisées et étant tombées à l'intérieur de l'habitation; je notais aussi différentes crevasses dans

les murs et une fente béante de haut en bas dans la muraille du côté Est.

Comme il a été souvent question de l'instinct des animaux en ce qui concerne les tremblements de terre, je crois digne d'intérêt de mentionner ce que j'ai pu constater à ce sujet. J'avais, comme je l'ai dit, fait rentrer mon chien la veille et mes domestiques possédaient un perroquet vert qui, tout en étant libre et pouvant s'envoler, ne quittait guère d'habitude la balustrade du côté de l'office. Le perroquet connaissait parfaitement les servantes qui le prenaient en main à volonté, mais pour moi se montrait toujours sauvage et hostile, me menaçant même de coups de bec quand je l'approchais; or quand vers cinq heures et demie j'ouvris la porte de la maison, je trouvai le chien et derrière lui, perché sur la grille intérieure, le perroquet qui en me voyant, avança gentiment une patte pour que je le prenne.

Comment ces animaux, qui ne quittaient guère l'étage, avaient-ils compris que la porte de la rue était l'unique issue de salut? Cet incident témoigne dans tous les cas de l'instinct ou de la conscience de ces animaux pendant les dangers et les horreurs de cette nuit.

Jusqu'au matin toute la population était restée sur les places et les endroits découverts.

Du parc central où se trouvaient évacuées les troupes des casernes attenantes au palais et les agents et détenus de la section centrale de police, il n'y eut d'autres sorties que quelques expéditions de soldats et d'agents de police pour ramener des blessés ou pour délivrer des malheureux enfermés chez eux par des éboulements.

Mais avec le jour, les oscillations étant devenues moins fortes et moins fréquentes, les fuites éperdues hors de la ville recommencèrent; la veille après les premiers tremblements, nous avions assisté à la course folle des fugitifs à pied, à cheval, en voiture ou en auto, mais vers onze heures la fuite était devenue impossible par suite de la chute des murailles et des toitures.

Les gens plus calmes songèrent alors à retrouver les leurs et à revoir leur foyer, et surtout à se tirer d'affaire; car un séisme X est un sinistre très angoissant; on a beau la craindre ou la prévoir, une secousse désastreuse arrive invariablement d'une façon inopinée, avec le résultat qu'en moins de dix minutes il ne reste plus rien des nécessités de la vie d'une grande agglomération.

Le matin du 26 décembre 1917, il n'y avait plus à Guatemala ni



lumière, ni eau, ni vivres, ni monnaie et surtout plus d'abri pour personne.

Donc, vers 8 heures, il y eut un peu de mouvement dans la ville et l'encombrement du parc se dissipa momentanément; pour ma part, je me rendis comme d'habitude à mon bureau, où je m'installai, la porte grande ouverte sur la cour, espérant ainsi reprendre contact avec quelques-uns de mes employés.

Chef de la plus importante firme de la place, important du matériel et les outils de construction, mon devoir professionnel, dans cette circonstance tragique, était naturellement de rester à mon poste; c'est ainsi que, dès le surlendemain, je pus faire envoyer en prêt aux hospices tout ce que je possédais en fait de tôles galvanisées, ce qui permit d'abriter endéans la huitaine les malades, les blessés, les orphelins et les aliénés.

Vers 9 heures, mon jeune employé, Francisco Balsells, revint, il avait retrouvé les siens en train de préparer leur fuite pour se réfugier chez un parent, curé à Tecpan, à quarante lieues de Guatemala; mais lui, malgré les exhortations de sa mère, voulut courir les mêmes chances que son vieux patron.

Le courrier devait partir le lendemain; pour le cas où ce départ ne serait pas différé, j'écrivis quelques brèves lettres annonçant que nous avions la vie sauve, que les affaires continueraient quoi qu'il arrive, et recommandant de presser les envois; ces lettres furent copiées à la machine par Francisco, déjà aguerri, malgré quelques séismes III à V.

Vers 10 heures survint mon comptable m'annonçant que sa maison, qui était sa propriété, s'était effondrée et que la caissette avec ses économies était sous les décombres.

Comme il était matériellement impossible de continuer des affaires dans le bâtiment Cazador, avec des centaines de tonnes de matériaux au-dessus de nos têtes, je chargeai cet employé d'aller à la recherche des propriétaires de l'immeuble voisin; il y avait là des locaux libres dont il s'agissait d'obtenir la location pour y établir notre bureau. Ce bâtiment, appelé le Phénix, était une construction nouvelle: c'était, pour l'instant, un simple rez-de-chaussée, mais avec des murs solides qui devaient plus tard porter deux étages.

Ces locaux étaient couverts d'une toiture légère en fer galvanisé et, à part les corniches, avaient peu souffert.

Vers onze heures, mon chef de magasin, don Gustavo Berger, se

présenta à son tour; il avait miraculeusement sauvé ses deux enfants, le toit s'écroulant derrière lui; il venait me demander des clous et de la toile à voile pour se faire un abri.

Du bureau nous pouvions sauter dans la cour en cas d'alerte, mais la toile à voile se trouvait à l'extrémité des magasins, sans sortie rapide possible de ce côté; je lui déconseillai d'y aller; mais, comme il insistait, je lui demandai d'apporter aussi de la toile pour un abri pour moi; ce qu'il fit.

Vers midi, je retournai auprès des miens dans le parc, où je rencontrai une activité extraordinaire; de tous côtés on travaillait à la construction d'abris; je fus reçu avec la nouvelle que nous pouvions aller déjeuner dans la cour d'une famille amie qui préparait son départ pour le lendemain; bonne nouvelle, car il est inutile de dire que jusqu'alors il n'avait pas été question de manger.

Après ce frugal repas, je me rendis, toujours accompagné de mon fidèle Francisco, au dépôt de nos marchandises, situé non loin du magasin, pour y choisir et y scier des lattes destinées à notre tente.

Ce dépôt, grand comme une gare, avec des murailles épaisses et basses surmontées d'une boiserie vitrée et d'une toiture légère en fer ondulé, avait peu souffert; nous le trouvâmes cependant rempli des débris de l'immeuble voisin qui, en tombant, avaient défoncé la toiture.

Vers 3 heures, après avoir supporté au dépôt avec calme trois ou quatre secousses, nous nous rendîmes avec notre matériel au parc, que nous trouvâmes encombré de huttes, de tentes, de baraques et d'abris de l'ordre composite le plus disparate; les massifs de bambous eux-mêmes avaient disparu, mais leurs tiges apparaissaient de tous côtés, comme éléments de soutien de toiles, de tôles et de nattes de joncs; des alignements avaient été tracés par la police, et il n'y avait plus une place convenable à trouver pour établir notre bivouac.

J'aurais désiré m'installer en vue du Cazador, mais ce fut impossible; nous trouvâmes cependant un emplacement en face de la Cathédrale; il était resté inoccupé par crainte d'écroulement des deux tours de l'église, dont l'une était déjà branlante et hors d'aplomb.

Je dus prendre cette place, faute d'autre, et notre installation fut rapidement faite; huit lattes clouées par paires, comme supports angulaires en V renversé et fixées par cinq traverses, le tout recouvert de toile, nous constitua un home de 9 mètres sur 2 de largeur et 2 de hauteur, seulement au milieu bien entendu.

C'est dans cet excellent observatoire, l'oreille collée au sol, qu'avec ma femme, ma fille et les trois servantes, nous allions à six passer la nuit pendant trois longues semaines.

J'avais vainement insisté pour que ma femme et ma fille partissent avec des amis; j'insistai encore le lendemain et les jours suivants, leur exposant inutilement que leur présence augmentait mes difficultés et ma responsabilité; mais il n'y eut rien à faire, elles voulurent rester et ne pas m'abandonner.

Francisco fut royalement installé à côté de notre tente, sous une seule tôle ondulée posée sur deux caisses vides; le lendemain son dortoir fut luxueusement complété par un tapis couvrant le tout; quant à mon chien braque, il fut enchaîné à un piquet comme sentinelle et gardien du bivouac; ses services furent d'ailleurs très appréciés, car dans le fouillis de cette intense agglomération de fortune, tous les objets de première nécessité, outils, ustensiles, lanternes, etc., disparaissaient comme par enchantement.

Le premier soir notre souper fut primitif, quelques bananes, quelques tortillas que les servantes parvinrent à se procurer et deux œufs que j'obtins en échange de deux boîtes d'allumettes, constituèrent tout notre menu.

La nuit fut assez calme; nous avions du reste tous besoin de repos et les secousses passèrent probablement sans nous réveiller.

Le lendemain, 27 décembre, nous risquâmes une expédition à l'étage du côté de la cuisine; nous commençons du reste à connaître assez bien les allures des secousses; nous savions déjà, par exemple, que dans la matinée on était moins exposé, qu'après un paroxysme, il fallait en attendre un second, et aussi qu'après une longue accalmie il fallait redoubler de prudence.

Cette première visite à l'étage nous procura quelques vivres et des effets divers, qui allaient nous permettre d'organiser un peu mieux notre campement.

En relatant avec tous ces détails les péripéties de ces deux premières journées de désarroi, je n'ai fait que ce que j'ai entendu faire autour de moi par tous les sinistrés, avec cette différence pourtant que j'ai essayé d'éviter les exagérations pour ainsi dire constantes dans les histoires de tremblements.

J'exposerai maintenant les faits et effets généraux de la catastrophe, pour résumer ensuite les constatations séismiques résultant de l'ensemble des observations exposées.

Comme les tremblements de terre sont des événements habituels tout le long du littoral du Pacifique, de San-Francisco à Valparaiso, les autorités de ces pays connaissent parfaitement les mesures à prendre quand la calamité séismique surgit; c'est ainsi que l'ordre ne fut pas un instant troublé; dès le 26, des patrouilles parcoururent la ville avec instruction de tirer sur les voleurs; la police et la troupe firent admirablement leur devoir.

Les autorités des villes et villages voisins, prévenus par les fuyards, organisèrent de leur côté immédiatement les envois de vivres et dès le 27 des charrettes à bœufs chargées de maïs arrivèrent à Guatemala.

De nombreux actes de prévoyance, de dévouement et de courage méritent d'être signalés; par ordre de la mère supérieure, le 25 décembre, les enfants de l'orphelinat dormaient dans les classes du rez-de-chaussée, toutes portes ouvertes; les quatre cents malades de l'hôpital furent évacués dès la première nuit, pendant que les murs croulaient autour des sauveteurs; le dévouement et la calme décision des Sœurs de Saint-Vincent de Paul à l'orphelinat, à l'hôpital et à l'asile des aliénés furent admirables.

Les télégraphistes restèrent à leur poste : quoique le toit de l'office central se fût écroulé la première nuit, et, dès le lendemain ils s'occupaient de rétablir leurs lignes.

Du nombre de victimes, nous ne savions pas grand'chose au parc central, mais les exagérations allaient leur train; des personnes notables, réputées mortes, apparaissaient le lendemain ou n'avaient été que blessées; malheureusement, nous apprîmes de source certaine qu'un de mes employés avait eu ses deux frères écrasés, sous les débris de leur demeure.

Pour l'ensemble de la période dangereuse, c'est-à-dire du 25 décembre au 24 janvier, je ne pense pas que le nombre des victimes ait dépassé deux cents, mais les blessés ont certes été plus nombreux.

Le samedi 29, à 14 h. 15, une terrifiante secousse ébranla la capitale, causant la mort d'une douzaine de personnes connues, parmi lesquelles le docteur Valle, déjà cité; presque toutes les victimes furent surprises dans la rue.

Mais à peine l'emplacement de mon installation connue, je fus assailli sans discontinuer de demandes de clous, d'allumettes, d'outils, etc.; il fallut aviser, malgré la défense officielle et formelle de pénétrer dans les maisons ébranlées.

Après trois jours de recherches des propriétaires du Phénix, mon

comptable était revenu le 28 au soir et m'annonça qu'il en avait trouvé deux, que nous pouvions disposer du local, qu'il était impossible d'en trouver les clefs, mais que nous pouvions enfoncer la porte.

Ayant à ce moment repris contact avec cinq ou six de mes employés, l'organisation commença aussitôt et, le 2 janvier, comme en témoignent mes livres, les affaires régulières furent reprises au Phénix; avant cette date il y avait bien eu quelques distributions de clous, d'outils, etc., à des amis et connaissances, mais pas de ventes.

Cependant, les secousses plus ou moins accentuées continuaient par intermittence; c'est ainsi que le soir du 31, vers huit heures, un ébranlement très prolongé fit sonner pour la dernière fois les cloches, dans les tours branlantes de la cathédrale; nous étions, à ce moment, accroupis dans notre tente, éclairée par une lanterne.

Le lundi 3 janvier, vers 10 h. 35, étant déjà couchés, un bruit souterrain formidable nous annonça une secousse; les retumbos augmentaient en effet d'intensité à mesure que la période instable se prolongeait, des secousses terribles suivirent et, cette fois, il me sembla que tout s'écroulait autour de nous; les cris et les hurlements des femmes étaient dominés par les retumbos et les bruits sourds des écroulements et surtout du fracas et des vibrations du sol provenant de la chute successive des deux tours de l'église à côté de nous.

Les servantes s'étaient enfuies; nous restâmes cependant couchés, la chute des tours ayant été une surprise et le danger étant désormais passé.

Le lendemain, je pus constater que de toutes les constructions de la place, le Cazador seul restait encore debout.

Vers le 12 janvier, ma présence à proximité de mes affaires ayant été reconnue d'utilité publique, l'autorité fit déguerpir deux ou trois occupants installés en face du Cazador, et en trois ou quatre jours une habitation un peu plus spacieuse en éternit, avec toiture en fer galvanisé, fut construite à cet emplacement.

Vers le 15, mes deux fils, volontaires de guerre en Belgique, étant arrivés en congé, allèrent s'établir avec ma femme dans un chalet en bois hors de la ville, mais ma fille voulut rester avec moi.

Le 24 janvier, à sept heures et demie, nous étions à souper avec un ami, quand un roulement terrifiant nous fit cette fois nous mettre sur pied instantanément; nous étions tous les trois dehors avant que la secousse se produisît; elle fut terrible et nous fûmes

presque aussitôt entourés d'un nuage de poussière nous empêchant de voir ce que le Cazador était devenu.

Quinze minutes après, nouvelle secousse, peut-être un peu moins forte, mais avec le même effroyable roulement souterrain ; elle culbuta la statue de Christophe Colomb qui, avec le kiosque en fer, était tout ce qui restait debout autour de nous ; cette statue avait cependant été étayée par quatre poutrelles qui semblaient devoir l'assurer contre n'importe quel choc.

Cette nuit, les secousses continuèrent jusqu'au matin vers huit heures, mais dès lors il n'y eut plus de paroxysmes ; les deux secousses du 24 au soir furent les dernières de la période aiguë des séismes.

Le Cazador, cette fois, était gravement atteint ; tout le coin frontispice s'était écroulé et toutes les murailles étaient crevassées ; d'ailleurs, depuis le 15, sa démolition avait été commencée par ordre des autorités qui le considéraient comme un danger public.

Je suis resté dans ma cabane d'éternit jusqu'au 15 mars et j'ai été, je crois, le premier à m'installer à cette date dans une maison en « adobe », rapidement réparée, et dont les murs lézardés avaient été étayés par des solivaux.

Cette maison, ancienne construction patricienne, se trouvait située sur une étroite bande de terrain qui avait été relativement épargnée ; les deux églises de Santa Rosa et del Carmen, situées sur cette même bande, tout en ayant perdu leurs tours et leurs cloches, étaient les seules églises, avec la cathédrale, dont les murs étaient restés debout.

Le Phénix, malgré sa solidité et sa toiture légère, n'avait pu résister aux ébranlements des 5 et 24 janvier ; dans notre local, les murs étaient lézardés, les clefs de voûte des portes et des fenêtres étaient disloquées et séparées des murs qui les soutenaient ; les corniches étaient tombées.

La vente, cependant, y continuait normalement ; il s'agissait surtout d'aider les gens pauvres, les riches s'étant enfuis ; six employés dont deux caissières dactylographes, n'y firent pas autre chose, pendant trois semaines, que la vente des clous au détail ; nous étions d'ailleurs les seuls fournisseurs de cet article, tous les magasins des détaillants s'étant effondrés.

Les alertes sismiques étant dans les magasins comme le nôtre un motif de désordres et d'escapades des clients et des employés, il était de tout temps défendu à ces derniers de courir dans la rue avant l'ordre des chefs, qui, comme sur les navires, resteraient les derniers ; cette



FIG. 6. — *El Cazador* le 5 janvier, côté 8<sup>e</sup> rue; à gauche le *Phenix*; au fond, à droite, *El Portal del Comercio*.



FIG. 7. — *El Cazador*, le 30 janvier. — L'aile à droite, dont la photographie ne représente qu'une partie, a 50 mètres de façade sur la 7<sup>e</sup> avenue.

consigne dut naturellement être renforcée pendant cette période critique et j'y ajoutai l'avis suivant : « Ici il n'y a pas de tremblements, il y a du travail » ; avis motivé par les histoires sensationnelles et alarmantes qui se propageaient tous les matins, chacun apportant la sienne; cela entravait la besogne.

Je ne puis terminer cette relation, sans mentionner le sang-froid et le courage de mes auxiliaires; le comptable, don Anastasio Z. Zoto, et les deux demoiselles Franco, nos caissières, restèrent à leur poste dès le premier jour comme en temps normal; le chef de magasin, don Gustavo Berger, et mon jeune employé, Francisco Balsells, non seulement entraînèrent les autres par leur attitude calme, mais montrèrent un courage confinant à la témérité dans leurs visites au Cazador et aux dépôts à la recherche de marchandises.

Passons maintenant à l'examen de l'ensemble des événements dont je n'ai pas été témoin.

Il nous paraît inutile de vouloir dramatiser ici par d'autres récits la ruine de la capitale; l'exposé des désastres produits par les secousses autour du parc central doit faire comprendre aisément que la destruction de la ville était complète, sans qu'il soit utile d'entrer dans les détails navrants de cette catastrophe.

Nous pouvons donc en revenir aux observations séismiques.

Par suite de la destruction des bâtiments et du manque de courant électrique, toutes les presses furent inutilisables dès les premières journées, mais le « *Diario de Centro America* » installa une presse à bras dans une annexe de l'Institut National; une petite feuille, avec texte d'un seul côté reparut bien vite, reproduisant les ordonnances de polices et donnant les nouvelles télégraphiques concernant les tremblements de terre survenus en dehors de la capitale.

De la famille Balsells, qui s'était enfuie de la capitale à pied, en route pour Tecpan par petites étapes, mon employé recevait journellement des nouvelles, qui, en résumé, annonçaient que les séismes désastreux les suivaient.

En ce qui concerne les nouvelles locales, un journaliste, don Victor Miguel Diaz, reporter du *Diario de Centro America*, nota soigneusement et journellement tout ce qui se passait d'intéressant. Il publia ces notes six mois après, et les fit précéder du recueil historique de toutes les catastrophes séismiques antérieures.

Cette brochure de 260 pages, intitulée : *Narraciones*, m'a été très utile pour l'énumération des faits historiques et locaux; c'est notam-



ment par ce reporter, qui était parvenu à pénétrer au cimetière, malgré l'interdiction formelle qui en était faite, que nous connaissons toute l'horreur que présentait ce champ de repos, un des plus beaux du monde. Les sépultures, dans ce pays, se font dans des niches ou mausolées et non pas en terre, et tous ces monuments s'étaient écroulés, mêlant, écrasant et déchiquetant les cadavres ; en outre, une partie du cimetière situé à côté du « Baranco de los padres » s'était également écroulée dans le ravin, ce qui obligea le gouvernement d'interdire l'accès du cimetière pour éviter des regrets et des horreurs inutiles et pour être en état, par mesure d'hygiène, de réunir sans retards dans un ossuaire commun toutes ces dépouilles éparpillées.

C'est l'écroulement de ce ravin qui fit publier dans les journaux étrangers que les cadavres avaient été lancés par les tremblements à cent mètres de leur sépulture.

De l'ensemble de ces trois sources de renseignements, je puis en résumé déduire les données séismiques suivantes, que je crois exactes.

#### **Avance et localisation des coups de bélier souterrains.**

J'emploie la locution « coup de bélier » de préférence à celle d'épicentre, parce qu'elle rend mieux l'essence du phénomène constaté.

Avant le 25 décembre nous savions déjà que, pendant ce même mois, des séismes qui à Guatemala n'avaient été que des tremblements IV et V avaient été désastreux à Amatitlan ; plus tard nous apprîmes que la Villa Nueva et la Guadalupe, situés entre Amatitlan et la capitale, avaient été éprouvés par de terribles secousses le 24 décembre.

Par contre, les nouvelles de l'Antigua, après notre désastre du 25 décembre, étaient des plus rassurantes ; les secousses avaient été à peine ressenties ; il doit en avoir été de même à San Juan, à 12 kilomètres Nord de la capitale, parce que dès le 27 décembre, des charrettes à bœufs chargées de vivres nous arrivèrent de ces deux localités. Du Sud ni même d'Amatitlan, plus aucune nouvelle alarmante, mais Mixco, à 10 kilomètres à l'Ouest, fut atteint presque en même temps que nous, quoique moins sévèrement, et par la suite les tremblements de terre y devinrent également désastreux.

Au Nord et au N.E. de Guatemala on ne ressentit que des vibrations sans importance ; ainsi au Fiscal, à 12 kilomètres au

N.E., où existe le plus haut et le plus long viaduc des chemins de fer du pays, il n'y eut aucun dégât; à San Juan, il y eut quelques séismes assez accentués, mais aucune ruine.

De l'intérieur du pays, aucune nouvelle de tremblements.

Pendant les dix premiers jours, la zone des coups de bélier fut donc circonscrite à un quadrilatère de quelque 20 kilomètres E.W. et 30 kilomètres N.S., avec tendances de prolongement vers l'Ouest.

Comme je n'ai pas gardé et qu'il m'a été impossible de réunir la collection des bulletins télégraphiques distribués pendant ces premiers jours, je ne puis indiquer ni l'avance exacte de la zone dangereuse, ni les dates précises des séismes qui se sont succédé vers l'Ouest avant le 24 janvier.

Ce qui est certain, c'est que vers le 12 janvier, des nouvelles alarmantes nous vinrent de l'Antigua et de Zumpango (10 kilomètres N. de l'Antigua) et que le terrible séisme du 24 janvier désola ces deux pueblos avec la même violence que la capitale.

A l'Antigua on vit notamment s'écrouler ce jour la tour de l'église de la Merced et l'escalier en spirale du temple de la Recolection, qui avaient résisté aux séismes du siècle précédent; à Zumpango j'ai pu constater moi-même que toutes les constructions s'étaient écroulées comme à Guatemala.

De ces deux points, la zone instable s'étendit, en s'atténuant, vers l'Ouest, par Chilmaltenango jusqu'à Tecpan, où les séismes furent à peine ressentis.

Au Sud, depuis le littoral jusqu'à la région des volcans, il ne fut reçu aucun avis de séismes inquiétants pendant toute la durée des secousses à Guatemala.

Par ce qui précède on constatera que l'aire dangereuse des ébranlements s'est déplacée en décembre du volcan Pacaya jusqu'au Nord de la capitale; les secousses sont devenues désastreuses du 2 au 20 décembre à Amatitlan; le 24 décembre à Villa Nueva, et le 25 décembre à Guatemala; puis semblent s'être déplacées vers l'Ouest à partir du 15 janvier; à la même date, des phénomènes identiques se sont produits à l'Antigua et à Zumpango.

Nous aurons donc à voir, par l'étude de ces manifestations tectoniques, si ce déplacement vers l'Ouest s'est réellement produit, ou s'il ne s'agit pas d'un commencement de jeu, à partir du 15 janvier, de l'aire instable du groupe volcanique du volcan de Fuego. (Voir carte.)

### **Vagues souterraines.**

J'emploie ce mot, faute d'autre, car la circulation du magma sous l'énorme pression de l'écorce terrestre peut difficilement être représentée comme une vague marine. Ce déplacement de la matière ignée souterraine est cependant pour moi absolument évident pour des raisons multiples.

Quand on entend le bruit d'un train qui passe, ou le ronflement d'un avion, sans voir ce train ou cet avion, l'oreille perçoit parfaitement la direction d'où vient le bruit, surtout s'il vient droit sur l'auditeur et s'éloigne du côté opposé; pour les séismes il en est absolument de même; en outre, pour un train, la fumée indique son approche; pour les séismes désastreux, nous vîmes de même s'élever la poussière des éboulements du côté Sud de la capitale avant que le parc central en fût atteint; la cause du bruit provient donc d'un déplacement souterrain.

Mais il y a plus; le temps qui s'écoule entre chaque secousse est invariablement en rapport direct avec l'intensité de cette secousse; les petits tremblements se suivent à quelques secondes d'intervalle; ces intervalles augmentent avec l'importance des vibrations; après une vibration plus accentuée, celle qui suivra mettra quelques secondes de plus pour se produire; pour les paroxysmes, la différence est de 12 à 18 minutes; cette similitude de déplacements avec les mouvements de la mer justifie donc bien l'expression de vagues.

Je n'ai pas, du reste, eu seul cette impression de courants souterrains; les deux témoins sérieux de ces phénomènes séismiques qui ont publié leurs impressions, l'un l'auteur des « Narraciones » et l'autre, un étudiant de Costa-Rica, correspondant d'un journal de son pays, emploient tous deux à différentes reprises les expressions de « Ondas furiosas » et « Ondas subteraneas », pour exprimer le plus exactement possible leurs impressions.

Avant ces observations, je croyais, comme tout le monde, que la contraction de l'écorce terrestre était seule en cause dans la production des séismes; nous verrons par la suite de cette étude jusqu'où cette conviction peut être justifiée.

### **Retumbos.**

Il serait difficile de se trouver en meilleure situation pour observer ces bruits souterrains, que je ne l'ai été moi-même pendant les trois

premières semaines, alors que la nuit, couché sous une tente, l'oreille séparée de la terre par un mince matelas, j'ai entendu l'arrivée de centaines de séismes, les uns à peine perceptibles, d'autres étourdissants et terrifiants par leur fracas. Dans les innombrables rapports d'Alexis Perrey, ces bruits ont été très justement, et presque invariablement, qualifiés de roulements de charrettes ou de batteries d'artillerie en marche, c'est-à-dire comme produits par une cause qui se déplace.

J'ai eu exactement la même impression et je ne puis mieux comparer ces bruits qu'à ceux que produirait un flot furieux descendant des montagnes en charriant des arbres et des blocs de rochers, bruit que les voyageurs sur la côte du Pacifique connaissent très bien, car on l'entend de loin et il les avertit qu'ils seront arrêtés pendant des heures devant le petit cours d'eau, qu'un orage sur les plateaux a changé en torrent. Ce bruit est variable absolument comme celui des séismes, souvent insignifiant comme un ruissellement ou augmentant, pareil à des mugissements, ou retentissant comme les détonations de la foudre.

Il est à remarquer cependant que les retumbos ont toujours un début brusque et ne précèdent le séisme que d'une ou quelques secondes, comme si le déplacement souterrain était bref, non continu et ne venait pas de loin. Ainsi, lors du grand retumbo qui a précédé le séisme du 24 janvier, nous étions debout tous les trois en même temps; ma fille, qui a l'oreille infiniment plus fine, n'avait donc rien entendu avant moi; les débuts du retumbo étaient donc bien brusques.

Enfin, remarque importante, les bruits souterrains se sont rapidement accentués pendant ce mois d'ébranlements, c'est-à-dire que pour des séismes de même intensité, les retumbos fin janvier étaient deux fois plus prononcés qu'en décembre, ce qui semble indiquer que le foyer s'était rapproché de la surface.

J'ai aussi essayé de déterminer si ces bruits, au lieu de provenir de courants souterrains, ne provenaient pas du soulèvement ou de la tension du sol lui-même, mais je n'ai rien pu constater qui ressemblât à un bruit pareil.

Dans les rapports d'Alexis Perrey, il est question quelquefois d'un coup de canon, ou d'une détonation souterraine unique, accompagné d'un coup de bélier vertical; ce phénomène ne s'est pas présenté à Guatemala; nous en parlerons cependant pour en donner une explication possible, quand nous arriverons aux conclusions.

### Foyer séismique.

Sans autre élément d'appréciation que l'ouïe, il est impossible de déterminer approximativement la profondeur du foyer de ces ébranlements. En 1880, les terrifiantes détonations qui précédèrent et accompagnèrent l'éruption du volcan de Fuego, situé à 42 kilomètres, ne furent pas entendues à la capitale; j'écris ces lignes en rase campagne, à trois kilomètres de la ligne de chemin de fer Bruxelles-Gand et je n'entends que rarement et seulement la nuit le passage des trains, quoique la ligne ferrée soit en contre-bas de mon habitation. Pour ces raisons je ne crois pas que l'hipocentre de ces ébranlements soit à plus de 15 kilomètres de profondeur et je le soupçonne d'être plus près de la surface du sol.

### Horaire des secousses.

J'ignore l'heure des séismes VIII, IX et X survenus en décembre à Amatitlan, mais les paroxysmes et en général la plus grande fréquence des séismes à Guatemala ont eu lieu le soir ou la nuit. Pendant la matinée nous n'avons ressenti que des séismes rares et très atténués; aussi, dès les premiers jours, les expéditions pour sortir des marchandises des magasins et des dépôts furent faites le matin.

Presque tous les paroxysmes, y compris les séismes alarmants du 17 novembre et les séismes X qui détruisirent le 24 décembre Villa Nueva, eurent lieu entre 10 et 11 heures du soir; ceux du 25 décembre à Guatemala se prolongèrent, il est vrai, jusqu'à 4 heures du matin; les deux autres paroxysmes destructeurs eurent lieu l'un à 2 heures de l'après-midi et l'autre entre 7 et 8 heures du soir.

Est ce hasard ou y a-t-il une conclusion à tirer de cette prédominance d'instabilité nocturne? Le hasard est possible; comme il arrive quand on joue aux cartes de tirer sept ou huit cartes rouges ou noires de suite, de même, il se peut que sept ou huit accidents imprévus arrivent entre deux et quatorze heures.

Mais pendant ce mois le ciel a été invariablement découvert et l'on peut se demander si la chaleur ou l'attraction solaire n'ont pas pu être la feuille de rose faisant déborder le verre, donnant ainsi partiellement raison à Alexis Perrey et à sa théorie d'attraction lunaire, car pendant les nuits des 25 décembre et 24 janvier, nous avions aussi pleine lune.

### **Intensité des séismes.**

A Guatemala, il y avait non seulement les légations de toutes les Républiques hispano-américaines, mais aussi nombre d'habitants originaires de tous ces pays, surtout du Salvador et du Costa-Rica, ainsi que de la Californie, qui connaissaient les désastres séismiques de leur pays pour en avoir été témoins ou par tradition, et tous ceux que j'ai pu consulter étaient d'avis que le désastre de Guatemala était le plus grave qui ait eu lieu pendant le dernier demi-siècle, le long de la côte du Pacifique, de San-Francisco à Valparaiso.

Je ne crois pas cependant qu'à aucun moment et dans aucun sens, il se soit produit un mouvement du sol dépassant beaucoup en amplitude les trente centimètres (un pied); ainsi nous avons, ma fille, mon ami et moi, ressenti debout, sans nous tenir et sans en être renversés, la secousse paroxysmique du 24 janvier; il y avait, il est vrai, juste devant nous deux forts gaillards qui se tenaient l'un à l'autre pour ne pas tomber, en criant que c'était la fin du monde; mais ils n'avaient probablement pas notre pied marin, n'ayant pas, comme nous, fait des voyages en mer.

Il se peut cependant qu'il y a eu des petits soulèvements successifs du sol qui aient produit un soulèvement total de deux ou trois mètres ou plus, mais une si petite différence de niveau sur une étendue de 15 à 20 kilomètres est difficile à constater; je soupçonne seulement la possibilité de ces petits soulèvements, parce que si au Cazador nous avons trouvé renversés tous les lavabos, bahuts, armoires, etc., perpendiculaires à la mer, quelques meubles parallèles au courant séismique avaient également été culbutés.

Après avoir consigné tout ce que j'ai pu observer moi-même, ainsi que les renseignements dignes de foi que d'autres ont pu m'apporter sur les phénomènes séismiques dont Guatemala a été le théâtre, mon but est d'essayer de tirer de leur examen logique un essai de théorie sur leurs causes probables, théorie qui pourrait être d'accord avec les données géologiques. C'est cette étude qui fera l'objet des chapitres suivants.

---

## CHAPITRE V.

### EFFONDREMENTS.

Comme toute tentative d'investigation tectonique, comme suite à des observations, doit s'accorder avec les données ou faits géologiques dûment constatés, ou tout au moins avec ceux généralement admis, nous nous heurtons dès le début de cette étude à une grande divergence de vues des géologues concernant la constitution intérieure du globe terrestre.

Dans ces dernières années a surgi notamment une théorie qui considère la terre comme solide dans toute sa masse, ce qui naturellement couperait court à toute possibilité d'existence de matières ignées souterraines.

Cette notion nouvelle sur l'état physique de l'intérieur de la terre est surtout suggérée par les séismologues, comme explication des espèces d'ondes séismiques différentes enregistrées par leurs séismographes, dont les premières arrivées ne pourraient se propager avec la vitesse reconnue que dans un milieu plus rigide que l'acier à travers le globe terrestre.

Le géologue J. Cornet<sup>1</sup>, auteur du plus récent traité de géologie que nous avons pu consulter (1910), signale cette théorie, mais la fait suivre des lignes suivantes : « La plupart des astronomes (notamment » W. Hopkins, A. Faye, O. Fisher, Folie, Ronkar, Lepaige) s'appuyant » sur des faits tirés de la mécanique céleste (précession, marées, variations de latitude, etc.), sont d'une opinion intermédiaire entre la » théorie de la liquidité complète de l'intérieur terrestre et celle de la » solidité absolue, et quelques géologues se sont ralliés à cette manière » de voir (T. Stern, Hunt, G. Pouillet, Scrope, J. D. Dana, etc.) »

» D'après ces savants, la terre posséderait un *noyau solide*, séparé

<sup>1</sup> Cornet, 1910, p. 10.

» de l'écorce par une *zone intermédiaire* liquide ou du moins très  
» plastique, formant une pyrosphère d'étendue limitée vers l'intérieur.

» Cette théorie semble rallier aujourd'hui beaucoup de partisans et  
» on s'efforce de la concilier avec les faits géologiques aussi bien  
» qu'avec les faits astronomiques. Autour d'une barysphère solide,  
» formée essentiellement de fer carburé et par conséquent très dense,  
» s'étendrait une pyrosphère fondue comprenant d'abord, autour de  
» la barysphère, une zone principalement formée de *péridot*, puis un  
» magma ferro-magnésien plus silicieux entouré d'un magma alcalin,  
» c'est-à-dire une série de couches de moins en moins basiques et de  
» plus en plus oxydées. L'ensemble serait entouré d'une lithosphère  
» solide formée de roches silicatées. »

Cet auteur indique différentes autres hypothèses concernant l'épaisseur supposée de la croûte terrestre, la dimension plus ou moins grande du noyau intérieur et l'état plus ou moins fluide de la zone intermédiaire.

Donc, au lieu d'accord, il y a une grande confusion de théories au sujet de cette constitution interne de la terre.

J. Cornet<sup>1</sup> a d'ailleurs fait précéder l'exposé de ces théories de la remarque que, si séduisantes que soient les idées émises par les astronomes et les physiciens sur la nature de l'intérieur du globe terrestre, il n'y a pas lieu d'y voir autre chose que des considérations intéressantes et des opinions personnelles très subjectives.

Tout ce qu'on peut leur demander, d'après ce géologue, c'est de n'être pas en désaccord avec les faits géologiques bien constatés, et que de même, les hypothèses auxquelles sont menés les géologues pour appuyer leurs théories, ne pourront être maintenues que si elles ne sont pas en contradiction avec les lois de la physique et avec les faits de l'astronomie.

Comme l'explique très justement le géologue anglais John W. Judd, dans son traité sur les volcans, les bonnes et mauvaises hypothèses doivent pouvoir croître et se développer librement comme les céréales et les mauvaises herbes, la récolte n'en sera pas moins bonnes après, quand par la découverte de faits nouveaux ou l'établissement de lois jadis inconnues le triage aura pu être fait.

On peut donc se demander si cette théorie de mono-bloc pour la constitution du globe terrestre concorde avec la physique et la géologie.

<sup>1</sup> Cornet, 1910, p. 2.



Comment, par exemple, expliquer les déviations de l'axe de la terre si celle-ci est solide ?

Le globe terrestre, masse solide, constituerait aussi une réfutation des données astronomiques de Laplace, jusqu'ici généralement admises, sans y substituer d'autres plus admissibles.

Cette théorie est aussi en contradiction avec les plissements de l'écorce terrestre et la formation des chaînes de montagnes reconnus par tous les géologues et qui n'ont pu se produire que sur des surfaces fluides ou plastiques.

L'augmentation de chaleur, en raison directe de la profondeur atteinte dans l'écorce terrestre, semble aussi contredire cette thèse.

Les éruptions volcaniques de lave, preuve évidente de l'existence de matières ignées souterraines, sont, il est vrai, expliquées par les théoriciens du mono-bloc terrestre, comme provenant de dépôts ou réservoirs périphériques de matières fondues alimentant les volcans.

Mais comment expliquer les effondrements qui, comme les surrections, constituent la base de l'étude orogénique du globe ?

Quoi qu'il en soit de cette diversité d'opinions sur la constitution physique intérieure du globe, même en acceptant la théorie des réservoirs laviques, nous pouvons poursuivre cette étude. En effet, le réservoir périphérique dont il y a lieu de s'occuper ici, comprend en somme tout l'océan Pacifique, qui est non seulement hérissé de volcans sur tout son pourtour, mais dont les nombreuses îles sont presque toutes volcaniques ; soit donc un réservoir qui comprend environ un tiers de la surface terrestre et dont les effondrements témoignent de la liquidité ou de la plasticité de ses couches souterraines.

### **Effondrements.**

Les affaissements de la croûte terrestre sont reconnus par tous les géologues. Suess<sup>1</sup>, dans son étude du système alpin, démontre les effondrements successifs de la Méditerranée et leur progression de l'Ouest à l'Est constituant tour à tour la fosse tyrrhénienne, la fosse adriatique, la fosse sicilienne et la mer Egée ; cette dernière, la plus récente, dont l'homme, dit-il, a peut-être été témoin. Il ajoute que les oscillations des lignes de rivages continuent à se produire, que de nouveaux effondrements se préparent et termine le premier volume de sa

<sup>1</sup> Suess, vol. I, p. 823.

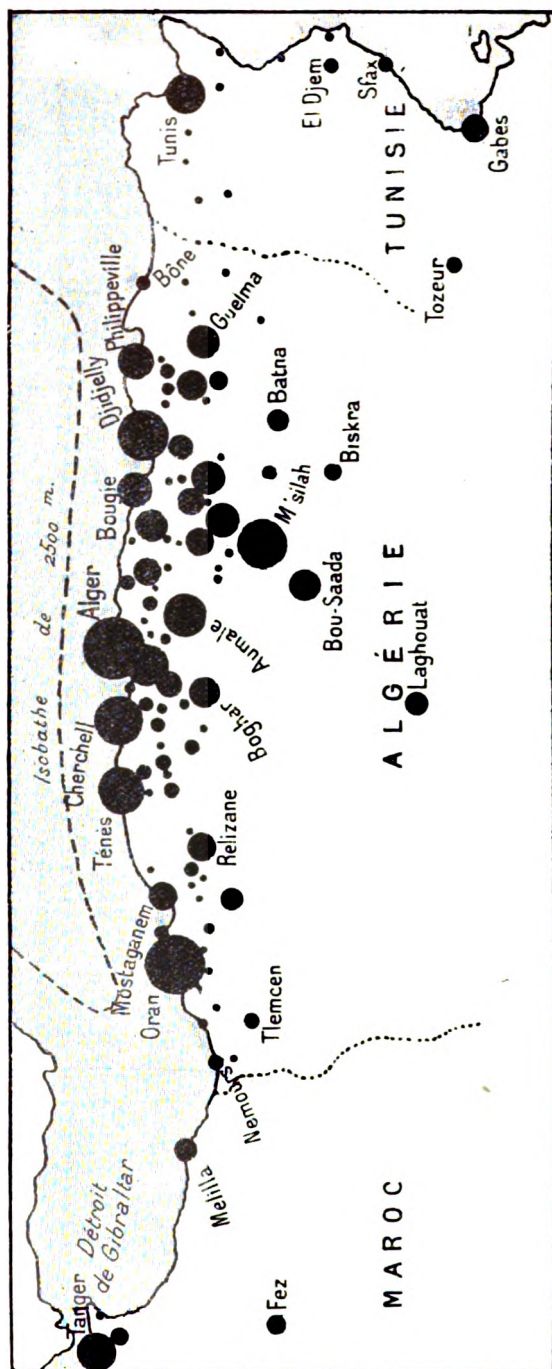


FIG. 8. — Pays barbaresques, d'après de Montessus.

belle œuvre par un long exposé sur les effondrements, dont ci-bas un extrait : « Les affaissements ou les effondrements ont partout laissé » des traces; tantôt ils déterminent de longs fossés au milieu des plateaux, tantôt l'affaissement de parties de ces derniers suivant les » lignes périphériques, ailleurs des effondrements circulaires sur le » bord interne des zones plissées; ailleurs encore la disparition en profondeur entre les cassures longitudinales ou transverses, de fragments de chaînes plus ou moins étendus. La diversité d'aspect de » ces accidents, dus à une descente dans le sens vertical, est extrême » et leur amplitude énorme; c'est par des affaissements et des effondrements que les Méditerranées et les plus vastes océans se forment et s'agrandissent.

» Des massifs puissants se sont enfoncés de plusieurs centaines, » parfois de plusieurs milliers de mètres, et il ne reste plus à la surface » le moindre ressaut pour indiquer le fait. »

Darwin, dans son étude sur les atolls, et James Dana, après son voyage aux îles Sandwich, arrivent tous deux à la conclusion que l'océan Pacifique a dû s'effondrer depuis le crétacé sur une immense étendue de sa partie australe de 1000 à 2000 mètres (3000 à 6000 pieds).

Voilà donc des constatations de géologues d'une autorité universellement reconnue, qui se concilient difficilement avec la théorie d'un globe terrestre solide dans toute sa profondeur.

### **Relation des effondrements avec les ébranlements de l'écorce terrestre.**

Comme nous l'avons vu dès les premières pages de ce travail, tous les séismologues sont d'accord concernant la relation entre la fréquence et l'intensité des séismes d'un côté, et les talus marins et les reliefs terrestres de l'autre; les quatre cartes adjointes de la géographie séismologique de Montessus, qui indiquent les talus marins en même temps que les zones des séismes, démontrent d'une façon très nette cette relation.

Ainsi comme le montre la carte de l'Algérie, ce pays n'est particulièrement instable que là où l'isobathe de 2500 mètres se rapproche de la côte, même remarque pour la côte orientale de l'Espagne (carte fol. 54) c'est-à-dire instabilité aux approches du talus marin de Torre Vieja à Gibraltar; immunité relative de Valence à Barcelone, où le talus s'éloigne de la côte.

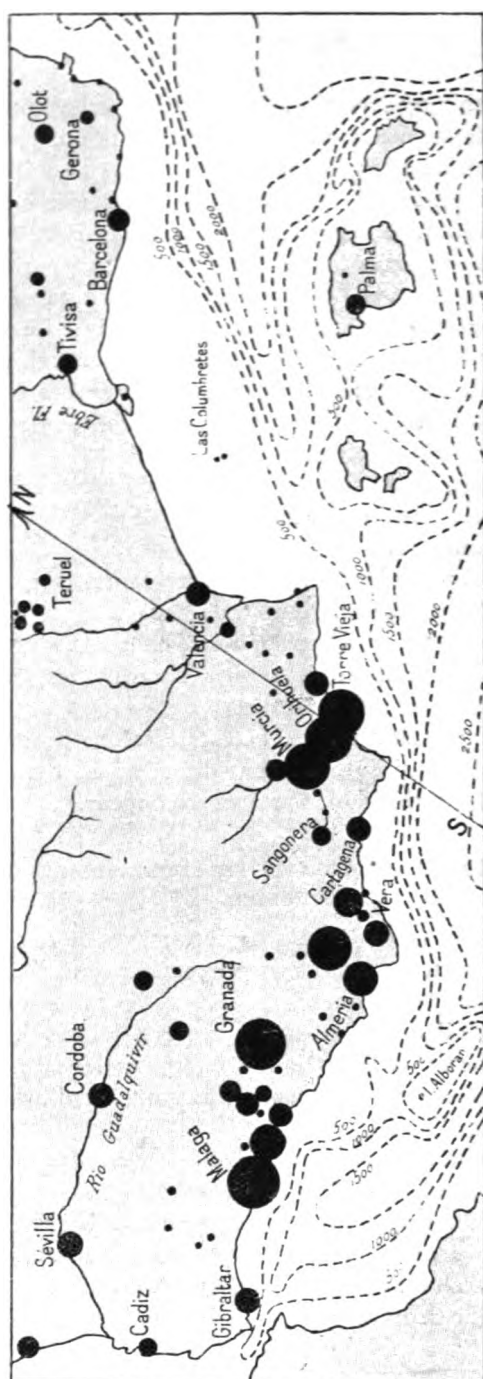


FIG. 9. — Espagne du S.-E., d'après de Montessus.

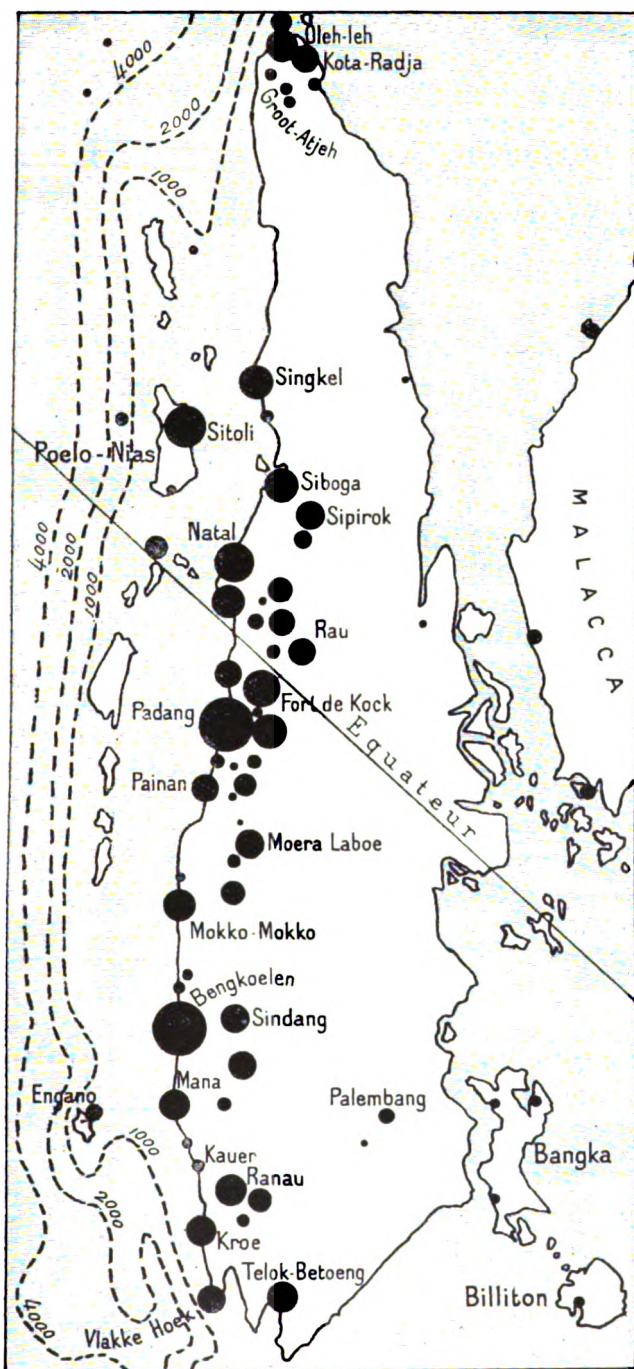


FIG. 10. — Sumatra, d'après de Montessus.

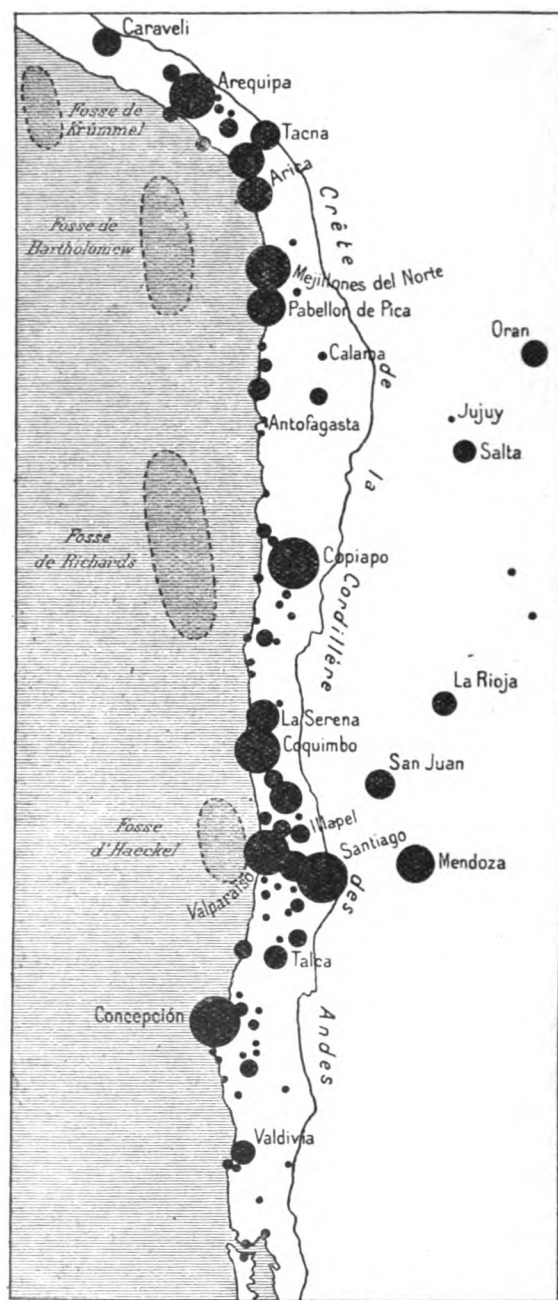


FIG. 11. — Andes du Sud, d'après de Montessus.

Mais la carte séismique de Sumatra (p. 55) et celle du littoral péruvien et chilien (p. 56) sont plus caractéristiques encore; l'île de Sumatra n'est instable que du côté où il existe un talus marin, le côté opposé sans grands fonds marins étant parfaitement aséismique; quant à celle du littoral des Andes du Sud, qui ne donne que les terribles fosses côtières, sans indiquer où les isobathes du Pacifique se rapprochent du littoral, on remarquera cependant que les zones instables sont presque exclusivement à proximité de ces fosses.

Une remarque générale à signaler aussi à propos de ces cartes et de toutes les autres de la même géographie séismologique, c'est que les secousses séismiques cessent ou diminuent d'intensité en s'éloignant des côtes, mais que les reliefs côtiers ne les arrêtent d'aucune façon.

Cette relation entre les talus marins et les aires instables est si évidente, que si un professeur, après avoir expliqué cette relation, montrait à ses élèves, ignorant le désastre de Lisbonne de 1755, une carte de la péninsule ibérique mentionnant les courbes de profondeur de l'Atlantique, leur demandait à quel point de la côte occidentale un désastre séismique est à craindre, les élèves indiqueraient l'embouchure du Tage.

### **Effondrements et ébranlements.**

Nous avons aussi quelques preuves des rapports directs entre les effondrements et les séismes.

Les raz de marée, précédés d'un retrait de la mer, sont presque invariablement accompagnés de tremblements de terre; or, il est impossible d'attribuer aux tsunamis et raz de marée une autre cause que les effondrements marins et nous verrons, quand nous arriverons à l'étude de ces manifestations externes des effondrements, que les retraits de la mer ne peuvent se produire que quand les effondrements ont lieu à proximité des rivages.

Les ruptures de câbles télégraphiques sous-marins, et les affaissements constatés après ces fractures, nous donnent une preuve absolument manifeste de ce rapport entre les effondrements et les séismes.

Dans les océans, les ruptures de câbles se produisent le plus souvent sur les talus; ainsi, les trois câbles transatlantiques immergés à dix milles de distance près du grand talus océanique, à 330 milles du Cap Flemish, près de la côte du New-Brunswick, se sont rompus en

même temps le 4 octobre 1884, les points de fracture ayant eu lieu sur une même ligne droite<sup>1</sup>.

D'après Milne, sur 87 cas de ruptures qui se sont produites depuis l'installation des séismographes modernes, il y en a 58 qui ont eu lieu au moment où des secousses séismiques lointaines étaient enregistrées par les séismographes européens<sup>2</sup>.

Forster et Hobbs<sup>3</sup> signalent différents cas particuliers de ruptures de câbles survenues en même temps que des secousses séismiques, notamment celle du câble de Zante à la Crète qui, le 15 août 1886, se rompit pendant que l'opérateur, effrayé par un tremblement de terre, avait momentanément interrompu la transmission d'un câblogramme; les marins et les ingénieurs, en relevant après le câble rompu, constatèrent que la profondeur marine s'était soudainement accrue en cet endroit de 1,300 pieds (410 mètres).

L'existence souterraine de matière ignée étant établie, ainsi que la relation des effondrements avec les séismes, l'étude de causes à effets peut être entreprise et fera l'objet du chapitre suivant.

---

<sup>1</sup> Hobbs, 1908, p. 247.

<sup>2</sup> Cornet, 1910, p. 237.

<sup>3</sup> Hobbs, 1908, p. 249.



## CHAPITRE VI.

### DÉPLACEMENTS ET COURANTS DES MASSES IGNÉES INTERNES.

La grande majorité des géologues et séismologues sont d'accord pour admettre que ce n'est point dans l'écorce terrestre elle-même, mais bien dans les profondeurs qu'il y a lieu de rechercher les causes premières des phénomènes, dont les ébranlements et dislocations du sol ne seraient que les effets.

Darwin a été un des premiers à reconnaître que les manifestations volcaniques et séismiques ne pouvaient avoir qu'une origine interne, tout en reconnaissant qu'il était impossible de déterminer l'énergie qui produisait ces manifestations.

John Milne et quelques séismologues considèrent la plupart des séismes comme dus à des efforts que font les magmas pour s'élever vers la surface<sup>1</sup>, c'est-à-dire comme des sortes d'éruptions volcaniques avortées ou comme des éruptions internes. Les manifestations tectoniques que l'on observe à la surface, et qui proviennent de la résolution de tensions radiales ou tangentielles existant dans les massifs rocheux, auraient donc pour cause déterminante des chocs qui ont lieu dans la profondeur et qui seraient ainsi la vraie origine des tremblements de terre.

Gerland voit les sources de l'énergie séismique dans les explosions qui ont lieu à la limite de la zone liquide, ou bien à une profondeur plus grande et qui seraient dues à la vapeur d'eau ou à une combinaison violente de l'hydrogène avec l'oxygène.

Pour A. Suber, la cause initiale des tremblements proviendrait des phénomènes de cristallisation brusque, avec accroissement de volume qui se font dans les magmas sous-jacents de l'écorce, sous l'influence de variations de température et de pression.

<sup>1</sup> Cornet, 1910 p. 243.

Quant à De Montessus, il attribue la plupart des séismes aux géosynclinaux de Bauch, c'est-à-dire aux grands reliefs souterrains.

Donc, comme on le voit, s'il y a accord assez général sur l'origine profonde des séismes, il y a une grande diversité d'opinions concernant les phénomènes géodynamiques qui les produisent.

Mais quels que soient ces phénomènes dynamiques, explosions ou éruptions internes ou toute autre force agissante, le résultat dans cette région doit forcément être un déplacement du magma, capable d'ébranler l'écorce jusqu'à sa surface.

On peut s'étonner que les effondrements, dont la coïncidence avec les séismes a été signalée d'une façon si précise par Milne, Hobbs et d'autres, n'ont pas été considérés par les auteurs comme causes possibles de ces déplacements souterrains.

Cependant, les effondrements de masses solides pareilles, en s'enfonçant dans les masses fluides sous-jacentes, doivent produire par la puissance de leurs effets des déplacements considérables des couches fluides internes.

Nous arrivons ainsi au nœud de cette étude; mais, avant d'en continuer le développement, il convient de faire un bref résumé des données géologiques généralement admises concernant cette région interne qu'on pourrait appeler l'antiface de la terre.

### **Epaisseur de l'écorce terrestre.**

L'épaisseur de la croûte terrestre, dont la densité moyenne est de 2,5, est généralement considérée comme devant être environ 60 kilomètres; certains auteurs croient cependant devoir porter cette épaisseur probable ou possible jusqu'à 100 kilomètres; comme le rayon terrestre est de 6.300 kilomètres, cette croûte représenterait pour une sphère de 60 centimètres de rayon une enveloppe de moins d'un millimètre d'épaisseur.

### **Pression souterraine.**

La pression que la croûte terrestre exerce sur les couches fluides qui la soutiennent est énorme, mais difficile à déterminer; des physiiciens prétendent que sous la seule influence de la compression produite par ce poids, une substance aussi légère que l'air serait capable d'acquiescer, à 75 kilomètres de la surface, une densité égale à celle

du platine; mais aucun contrôle expérimental ne peut appuyer des calculs de ce genre à des profondeurs pareilles<sup>1</sup>.

En se basant sur la valeur de la gravité à la surface de la terre, et en prenant 2,5 pour densité moyenne des roches, un calcul très simple semble montrer que la pression à 60 kilomètres de profondeur sur les masses sous-jacentes serait de 150,000 tonnes par mètre carré; mais ce calcul n'a aucune base scientifique contrôlable. En effet, il y a les variations de la gravité, la tension tangentielle de la croûte terrestre agissant comme voussoir en opposition à tout affaissement; enfin, les effets possibles des gaz et de l'intense chaleur internes peuvent diminuer ou altérer cette pression.

Tout ce que nous pouvons conclure, c'est que, par son poids, l'écorce terrestre doit exercer une pression considérable sur les couches liquides internes.

#### **Densité relative des couches fluides ou visqueuses souterraines.**

Comme tous les éléments du globe sont superposés par ordre de densité, cette distribution de la densité doit être symétrique et uniforme autour du centre de la planète, autrement dit en couches sphériques concentriques.

La seule couche en contact avec la croûte terrestre est donc la couche lavique de moindre densité; cette zone sphérique liquidifiée, qui serait comme le laitier de la fonte métallique plus centrale, est considérée comme devant être très mince; elle doit cependant être de plusieurs kilomètres d'épaisseur, puisque, malgré les différences énormes de niveau de la croûte terrestre, les volcans ne vomissent que des laves qui, tout en variant de densité de 2 à 3, proviennent cependant de ce même laitier expulsé de profondeurs différentes. Nous n'avons pas à nous occuper ici de ce qui pourrait exister en dessous de ces zones de moindre densité en contact avec la croûte externe. Tout ce que nous avons à retenir, c'est que tout déplacement en profondeur des couches fluides en contact avec la croûte terrestre est impossible, soit par l'existence d'un noyau interne solide, soit par le fait d'une zone sphérique devenue rigide par la compression et son extrême densité.

<sup>1</sup> De Lapparent, 1906, p. 47.

### **Contraction du globe terrestre.**

La diminution de volume de notre planète ne peut être mise en doute, les plissements de l'écorce externe la prouvant à toute évidence; mais il y a lieu d'en faire mention ici, parce qu'elle joue un rôle prépondérant dans tous les phénomènes d'instabilité externe.

### **Equilibre instable de la croûte terrestre.**

L'enveloppe du globe, malgré son énorme poids, n'a donc d'autre appui qu'une masse liquide interne, sur laquelle elle doit exercer une pression dont il est difficile de déterminer l'énorme puissance; la couche fluide interne d'autre part ne peut résister que par sa compression entre la croûte solide externe et les couches plus profondes solidifiées par la même compression et par leur densité plus grande. Il doit donc exister, à la limite de ces deux éléments, un équilibre parfait entre ces deux forces opposées, équilibre qui ne peut être rompu que par une différence d'énergie d'une de ces deux forces. Or, nous savons que notre planète diminue de volume par le refroidissement, ce qui doit forcément diminuer la compression de la zone sphérique limite et, par conséquent, donner lieu à des affaissements de la croûte externe pour le rétablissement de l'équilibre parfait.

Mais l'enveloppe terrestre, en se rapprochant par cet effondrement du centre du globe, ne peut cependant pas altérer la distribution par ordre de densité des couches sphériques concentriques internes.

Le magma superficiel de moindre densité ne peut donc pas s'enfoncer, avec la croûte extérieure, dans une couche plus profonde et plus dense, mais devra se déplacer pour remonter à sa zone de densité.

L'expérience peut d'ailleurs facilement mettre ce phénomène en évidence. Si, par exemple, dans un bassin de deux mètres carrés, ayant à sa surface une couche d'huile de 4 centimètres, on enfonce une masse solide à fond plan de  $1\text{ m}^2$ , dont le poids l'immergerait de 2 centimètres dans l'huile, celle-ci par sa moindre densité se déplacera et la couche adjacente d'huile montera de niveau de 2 centimètres, sans aucun déplacement ou changement de niveau de l'eau, liquide plus dense sous-jacent.

Un phénomène absolument identique doit se produire à chaque affaissement de l'écorce de notre planète, car malgré la pression souterraine, le magma enfoncé, par ce changement local de limite entre

les deux éléments, doit forcément reprendre sa place dans la couche de densité égale à la sienne.

Avant d'entamer l'examen des effets et des manifestations externes de ces déplacements de masses fluides internes, il convient de rappeler ce que nous savons des affaissements et effondrements qui doivent produire ces déplacements internes; nous pouvons cependant ajouter d'emblée que pour les affaissements dans les mers, dont le fond près des rivages est toujours en pente, les déplacements de ce magma superficiel, ne pouvant se produire en profondeur, devra forcément se faire vers les rivages des îles et des continents.

### **Nature des effondrements.**

Par ce que nous savons de l'histoire de notre planète, tout prouve que les fluctuations de transgression et de régression des mers se sont produites lentement et graduellement, sans aucun cataclysme général, et que la pesanteur a été le principal, sinon l'unique agent des effondrements. L'afflux continu des eaux par les condensations atmosphériques, si abondantes du début de l'ère primaire jusqu'à la fin du crétacé, semble bien être la cause première, qui, par l'affaissement de l'écorce sous le poids de ces masses d'eau, a lentement creusé les mers et les océans.

Ces affaissements sont actuellement toujours localisés et insignifiants, malgré leurs effets parfois considérables; ainsi la répercussion de l'effondrement marin de 1883, qui donna lieu à la disparition d'une partie de l'île de Krakatoa, accompagnée de l'éruption formidable du volcan de même nom, a été ressentie sur toute la surface de la terre; de même le raz de marée et le tremblement de terre d'Arica en 1868 produisirent une vague de translation, qui, en quelques heures, traversa tout l'océan Pacifique. Dans les deux cas, cependant, ces effondrements n'affectaient que des zones très réduites en comparaison de l'immense étendue des mers.

Comme nous l'avons vu, les relations entre les séismes et les effondrements semblent indéniables, d'abord par leurs fréquentes coïncidences avec les ruptures de câbles sous-marins et ensuite par les différentes géographies sismologiques qui toutes témoignent de cette relation, par la proximité des aires instables des zones marines effondrées; les épicentres des séismes côtiers peuvent donc nous donner quelques précisions sur la façon dont ces effondrements se produisent.

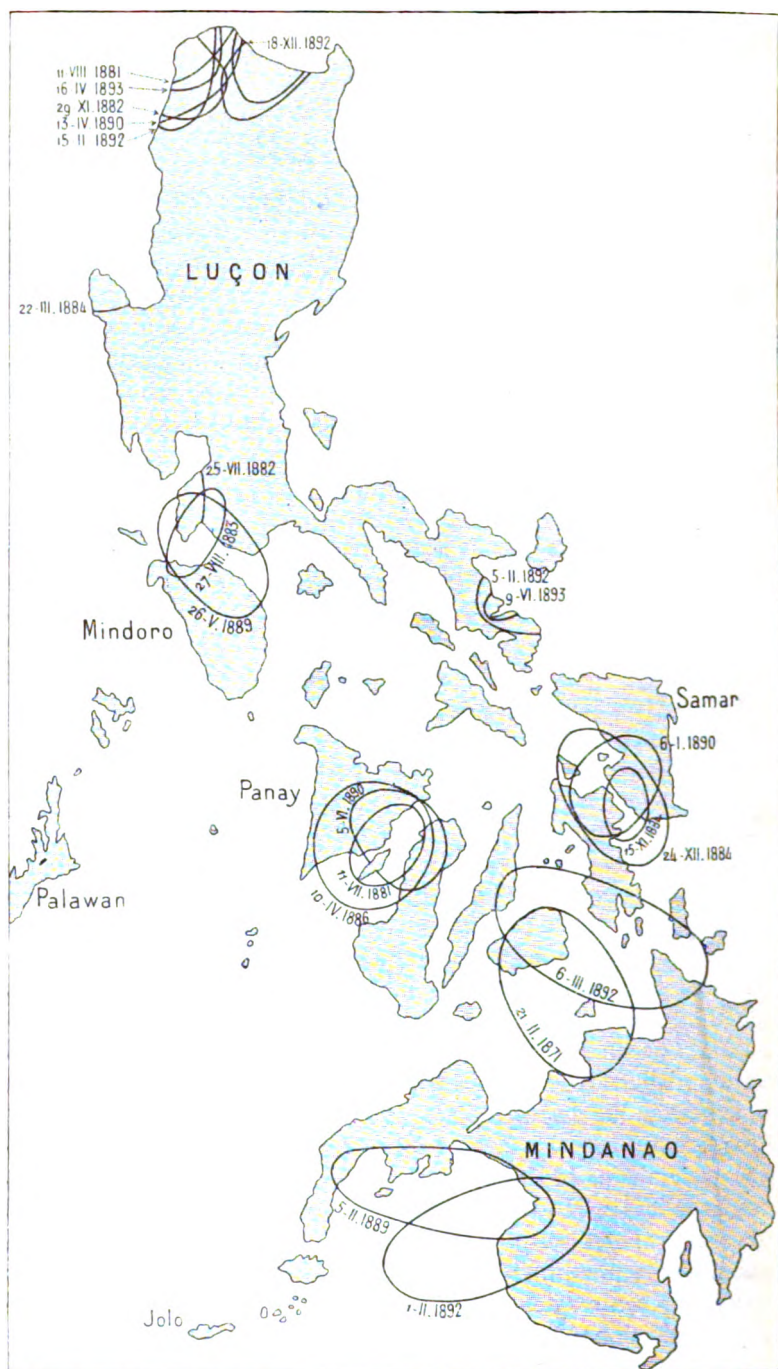


FIG. 12. — Philippines. (Aires pléistoséistes des principaux séismes ayant eu leur épicerentre en mer, d'après de Montessus.)

(A suivre.)

J. VAN DE PUTTE.

De ce parallèle entre les deux phénomènes nous pouvons en premier lieu déduire que les effondrements se produisent presque invariablement le long des talus sous-marins, en raison plutôt de l'angle de ces talus que de leur profondeur; que cependant les séismes désastreux ont généralement lieu à proximité de fosses profondes. La parfaite stabilité des rivages à pente douce et uniforme, quelle que soit d'ailleurs la profondeur au large, doit d'autre part faire supposer qu'il ne s'y produit pas d'effondrements violents et qu'il doit en être de même en plein océan, excepté là où il existe aussi des fosses ou des différences de niveau abruptes.

Les épicentres des séismes côtiers témoignent que les effondrements sont invariablement très localisés et aussi qu'ils semblent se déplacer, soit le long du talus, soit en rapprochant ce talus du rivage.

Les deux cartes annexes que De Montessus publie dans sa belle étude sur la géographie séismique constituent une illustration tangible de ces deux phénomènes de localisation réduite et de déplacement des effondrements.

L'une de ces cartes nous montre les aires pléistocènes de séismes aux Philippines (p. 64), l'autre celles de Monte Cargano, en Italie (p. 66).

Comme à Guatemala de 1828 à 1871, ce sont les pères Jésuites, dont les missions sont répandues dans tout l'Archipel, qui de 1866 à 1890 ont pu enregistrer à Manille les observations qui ont permis à De Montessus de dresser cette carte séismique, si intéressante, des Philippines.

Dans cet amoncellement de terres morcelées émergeant des abîmes océaniques, soit donc entouré de toutes parts de talus marins, les épicentres séismiques ont un grand intérêt scientifique; ainsi nous voyons d'emblée que les deux attaques différentes d'instabilité du nord de l'île Luçon doivent forcément avoir leur origine dans les deux énormes talus océaniques qui s'y rapprochent, après avoir contourné l'archipel; tous les autres épicentres témoignent de même de leur origine marine, quoique leur foyer soit parfois dans des détroits; enfin, toutes ces manifestations tectoniques sont invariablement locales, n'embrassant jamais aucune des îles dans son entièreté.

Les trois aires instables, signalées seulement par deux séismes, nous montrent les déplacements des foyers de ces séismes et, par comparaison des dates de ces ébranlements, on peut se rendre compte dans quel sens ce déplacement s'est produit.

Quant aux deux aires instables des îles Parnay et Samar, elles semblent devoir leur origine à l'approfondissement des détroits qui les séparent de l'île voisine, avec extension des foyers vers la pleine mer.

Sur la carte séismique de Monte Gargano, qui nous indique les attaques d'instabilité sur la côte de l'Adriatique, on peut constater absolument les mêmes phénomènes tectoniques, c'est-à-dire comme à Luçon, ces attaques partent de deux foyers d'origines distinctes, l'une du Nord, l'autre de l'Est; mais toutes deux variables dans leurs effets par déplacement ou différence d'intensité; en outre, comme aux Philippines, tous ces phénomènes sont très localisés.

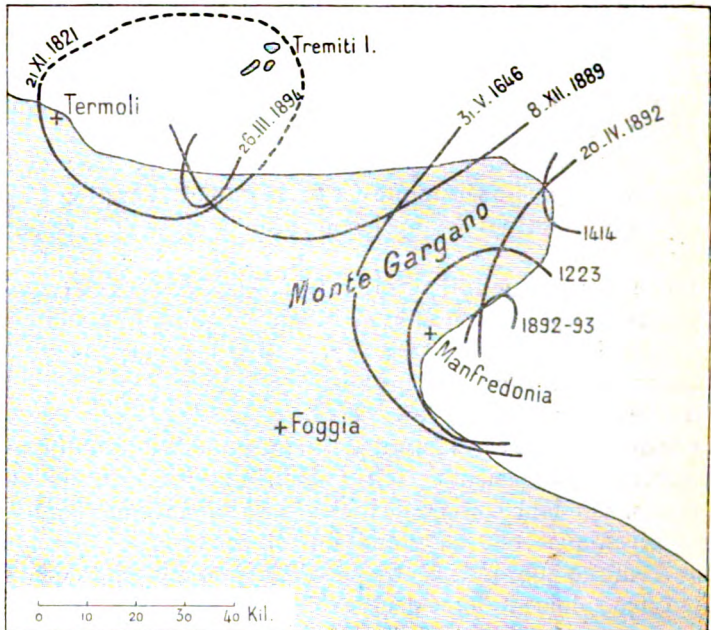


FIG. 13. — Monte Gargano. (Séismes à épacentres marins, d'après de Montessus).

Enfin, ce qu'il y a encore lieu de faire observer concernant les affaissements et effondrements, c'est que les premiers peuvent être très lents et graduels et que les seconds sont généralement soudains, comme le prouvent les phénomènes qui souvent les accompagnent, tels que les tsunamis, les raz de marée, les séismes et parfois même les éruptions volcaniques, toutes manifestations tectoniques de grande soudaineté. Par la rupture des câbles sous-marins, nous avons une autre preuve de cette chute subite de grandes masses terrestres, interrompant à l'improviste les communications câblographiques.



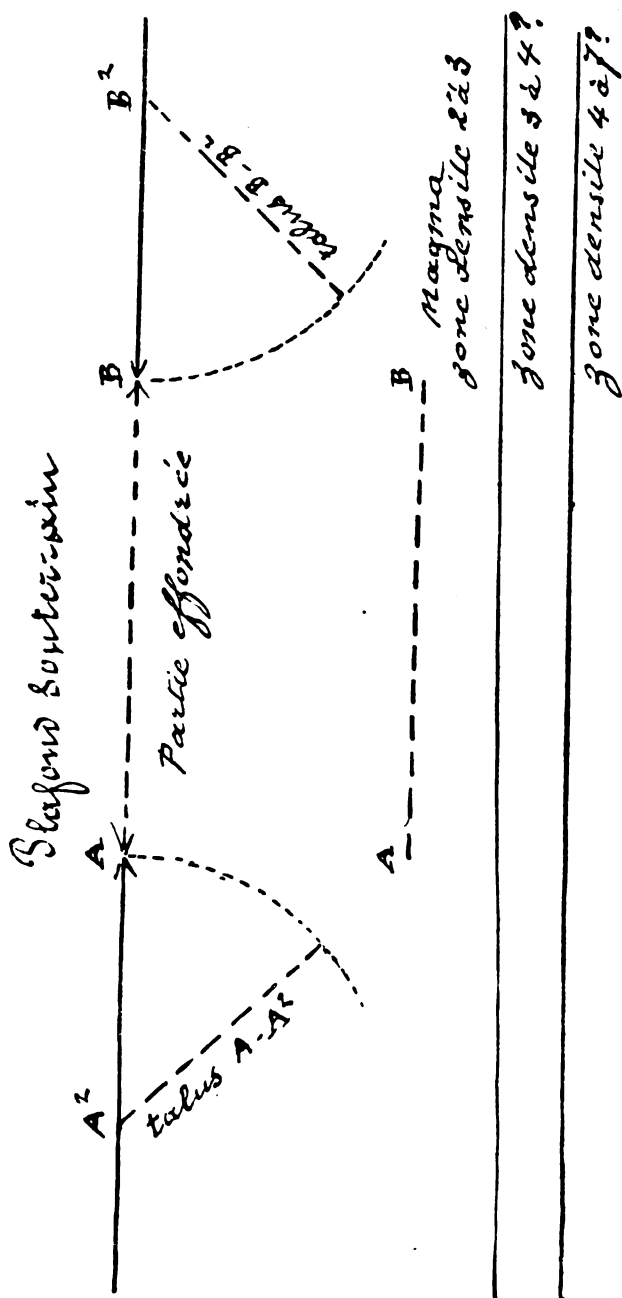


Fig. 13.

C'est aussi par les ingénieurs des sociétés de câbles sous-marins que nous savons que les différences de niveau de fonds de la mer résultant de ces chutes peuvent être de plusieurs centaines de mètres. Ainsi, comme exemple, lors du tremblement de terre de Zante du quinze août 1886, le câble qui relie cette ville à Crète se rompit, et les ingénieurs chargés de repêcher les bouts ne les trouvèrent qu'à une profondeur de 5,800 pieds, alors qu'à cet emplacement ils avaient seulement été immergés par un fond de 4,500 pieds, d'où différence de niveau de 1,300 pieds, soit donc un affaissement de plus de 400 mètres !<sup>1</sup>

Comme cet affaissement eut lieu dans la Méditerranée, à la faible distance de 23 milles de la côte, on peut supposer que les profondeurs de chute peuvent être encore plus considérables le long des grands talus océaniques.

#### **Déplacement des zones d'effondrements le long des talus marins.**

Tout effondrement devant produire une extension de la surface de contact du plafond de la voûte terrestre, le résultat inévitable paraît être une tension de la croûte terrestre sur les rebords des effondrements, ce qui explique assez facilement la grande fréquence des effondrements le long des talus sous-marins.

En effet, comme le montre le croquis (fig. 13), dont la ligne supérieure représente le plafond terrestre sous-terrain, si la zone A B s'effondre, les talus A<sup>2</sup> A et B B<sup>2</sup> devront s'allonger pour éviter une solution de continuité, d'où tension de l'écorce terrestre tendant à faire fléchir aussi le reste de la voûte non affaissée.

Cette tension que nous voyons sur le dessin dans un sens doit aussi être latérale, et provoquer de même des affaissements successifs le long des talus.

Une seconde raison pour que les effondrements se produisent le long des talus par déplacements, c'est que la zone effondrée repose sur une magma plus dense, offrant par conséquent plus de résistance aux affaissements ultérieurs que les rebords et les zones voisines appuyées sur des couches plus épaisses de moindre densité.

Les effondrements doivent donc se déplacer le long des courbes de niveau sous-marines soit en élargissant, soit en prolongeant les zones les plus effondrées.

---

Hobbs, 1908, p. 249.

## CHAPITRE VII.

### EFFETS DES DÉPLACEMENTS DE LA MATIÈRE IGNÉE INTERNE.

Cette recherche de la cause des phénomènes séismiques a été jusqu'ici exclusivement basée sur les données géologiques ou géographiques généralement reconnues et aussi, comme point de départ, sur la conviction, d'après les observations faites à Guatemala, que les tremblements devaient être attribués à des courants souterrains de roches fondues.

Malheureusement, nous n'avons sur cette circulation du magma interne aucune autre preuve reconnue que les éruptions volcaniques et, d'autre part, cette théorie de déplacements des éléments internes du globe n'a fait l'objet d'aucune étude géologique; nous nous trouvons donc sans l'appui habituel de travaux scientifiques antérieurs, pour la détermination des effets possibles ou probables de ces courants souterrains.

Plusieurs auteurs cependant ont signalé ce déplacement du fluide igné; de Lapparent notamment fait dériver les éruptions volcaniques de ces déplacements, comme suite à des effondrements<sup>1</sup>; James Dana, dans le même but, intitule le chapitre XI de son traité de géologie : *Igneous Action, Earthquakes*; mais n'y parle pas des tremblements de terre comme résultante de cette action ignée.

A notre connaissance, John Milne paraît être le seul qui ait entrevu la vraie cause des tremblements en les attribuant à des explosions ou éruptions souterraines, ou des efforts que font les magmas pour s'élever vers la surface, car qui dit éruption sans cratères dit circulation; cette rencontre, dès les premiers pas de cette investigation, avec les conclusions d'un séismologue de l'autorité de Milne, est donc très encourageante pour la poursuite de ce travail. Nous allons, du

<sup>1</sup> De Lapparent, L., 1906, p. 531.

reste, nous rencontrer aussi avec les données de de Montessus (géosynclinaux) et avec celles de Hobbs (failles) comme causes des séismes. Mais si Milne a signalé la cause directe des tremblements, il n'a pu le faire, faute d'observations précises, que comme le géographe qui signifierait la découverte d'un fleuve, sans avoir eu l'occasion de le remonter jusqu'à sa source pour en faire le tracé; quant à de Montessus et Hobbs, leurs observations et conclusions sont très exactes, avec la réserve cependant que les synclinaux et failles ne constituent que des causes secondaires d'ébranlements, c'est-à-dire que, sans les synclinaux et les failles, les courants souterrains ne produiraient le plus souvent pas de séismes ou, pour le moins, pas de séismes destructeurs.

Malgré cette concordance encourageante, concernant les effets de ces courants souterrains, avec les conclusions des principaux séismologues, il restait cependant à voir si cette théorie de déplacement d'éléments internes n'était pas en désaccord avec des phénomènes ou manifestations tectoniques qui auraient pu la mettre en échec.

Cette contre-épreuve, qui n'a pu se faire qu'en consultant les œuvres, difficiles à trouver, des auteurs de travaux géologiques les plus autorisés et les plus modernes, a constitué la partie la plus difficile et la plus laborieuse de cet exposé; elle a abouti heureusement à la conclusion qu'au lieu de contradictions, il s'est trouvé que plusieurs des problèmes géologiques, considérés à ce jour comme insolubles, pourraient éventuellement être expliqués par cette circulation des éléments superficiels internes. C'est ainsi, par exemple, que par cette circulation des éléments internes, on pourrait peut-être résoudre le problème d'une des causes de la déviation de l'axe du globe, et ceux des anomalies de la pesanteur, de la dissymétrie des montagnes côtières, des surrections locales des côtes de la Méditerranée et du littoral Sud-Andin et, enfin, peut être aussi celui de l'origine de l'époque glaciaire dans le Nord de l'Amérique et de l'Europe.

Mais comme le cadre de ce premier travail géologique est limité à un essai d'explication des manifestations séismiques et volcaniques de Guatemala, durant les quatre derniers siècles, nous devons nous borner, quant aux effets de ces déplacements souterrains, qui peuvent être très divers, à leur relation avec les ébranlements de la croûte terrestre.

Le déplacement des eaux à la surface du globe, dont nous avons sous les yeux la grande diversité d'effets, pourra peut-être aider à nous

faire une idée approximative de ce que peuvent être les effets des déplacements fluides souterrains. Nous voyons, en effet, les eaux provenant des pluies et de la fonte des neiges produisant, non seulement des ruisseaux, des rivières, des lacs, des cataractes, des fleuves, des mers, des glaciers et des traînées de morraines, mais nous les voyons aussi creuser par érosion des vallées et des gorges profondes dans les reliefs externes et, enfin, lentement mais sûrement, aplanir les montagnes et former par leur déplacement des couches de sédiments d'une épaisseur énorme.

Ces phénomènes, d'une amplitude si considérable, n'ont cependant pas d'autre facteur que la gravité et nous voyons aussi, par les marées, que la simple attraction lunaire suffit pour déplacer les eaux océaniques.

Aux facteurs mentionnés ci-dessus, il faut ajouter sous terre la compression exercée par l'énorme poids de la croûte rocheuse que l'élément fluide doit soutenir; la puissance de cette force inexistante à la surface est difficile à déterminer, tout ce que nous pouvons en dire, c'est que cette énergie doit être d'une puissance inconcevable.

Suess<sup>1</sup>, en parlant des bouleversements telluriques provoqués par des actions soudaines, ajoute qu'ils offrent de nombreux exemples d'une force et d'une intensité si effrayantes que l'imagination se refuse à suivre la raison et à se faire, de ces événements terribles, le tableau complet dont les faits observés ne lui fournissent que la première esquisse.

Si donc les déplacements souterrains sont admis, leurs effets, par suite des énergies en présence et de la soudaineté accidentelle de leur action, devront être autrement rapides et puissants que les effets de la circulation des eaux à la surface de la planète.

La projection de l'eau d'une averse par la gargouille d'une cathédrale et la longue trajectoire du jet d'eau d'une pompe à incendie, constituent une petite démonstration expérimentale de la différence de puissance entre la gravité et la compression; l'eau de la gargouille décrira, par suite de la vitesse acquise, un tout petit arc avant de tomber verticalement, tandis que le jet d'eau de la lance du pompier, actionné par la pression, portera au loin malgré la gravité.

Ce que peut être la force de cette pression après avoir cité l'opinion de Suess<sup>2</sup>, nous pouvons indiquer celle de Darwin, qui a été le

<sup>1</sup> Suess, vol. I, p. 26.

<sup>2</sup> Suess, vol. I, p. 135.

premier à constater le soulèvement des rivages, accompagnant parfois les séismes de la côte Sud-Andine, et qui termine ses observations à ce sujet par la conclusion « que la forme de la surface liquide du » noyau terrestre est soumise à des modifications, dont la cause est » complètement inconnue, et dont l'effet est lent, intermittent, *mais* » *irrésistible* ».

On ne saurait mieux dire, car si on voit, comme nous l'avons vu à Guatemala en janvier 1918, une chaîne de montagnes ébranlée à perte de vue, avec des nuages de poussière s'élevant de ses ravins éboulés, on reste confondu en songeant que ces montagnes n'ont que deux mille mètres de hauteur, et que pour secouer cette cordillère, il faut une force capable d'ébranler en même temps une masse rocheuse souterraine de cinquante à soixante mille mètres d'épaisseur.

Des effets infiniment divers qu'une action ignée pareille peut produire, nous n'avons à retenir pour l'étude des séismes d'origine marine, que les érosions résultant de ces coulées de magma sous pression et les soulèvements locaux qu'ils peuvent occasionner par leur refoulement vers les côtes.

### **Erosion souterraine.**

- Les différentes méthodes employées pour déterminer la profondeur du foyer des ébranlements ont toutes abouti au résultat d'assigner à une très petite distance de la surface, la région d'où partent les secousses ; les profondeurs des foyers séismiques les plus généralement déterminées varient de cinq à quinze kilomètres.

En nous basant simplement sur l'ouïe, nous avons estimé à quinze kilomètres la profondeur maxima des séismes désastreux de Guatemala, mais il est très possible que cette profondeur soit notablement inférieure, surtout vers la fin de la période instable, car un fait constaté par l'ouïe, sur lequel il ne peut y avoir aucun doute, c'est que pendant ce mois d'ébranlements continuels, ce foyer s'est rapproché de la surface.

La carte de Guatemala nous montre que les cinq aires instables comprennent chacune un des différents volcans ou groupes volcaniques, qu'elles partent toutes perpendiculairement de la côte pour aboutir au relief côtier sans en dépasser la crête, que toutes n'ont qu'une largeur de vingt à trente kilomètres.

On se rappellera aussi que la capitale de Guatemala au début de

ce siècle était en dehors de la région désastreuse et que d'autre part certaines villes, comme Palin et Mazatenago, situées sur les étroites bandes stables, entre ces zones instables, sont demeurées jusqu'à ce jour à l'abri des effets séismiques désastreux.

De ces constatations et du fait reconnu que les foyers séismiques se trouvent généralement à une très faible profondeur, on arrive forcément à la conclusion, si on admet le refoulement du magma vers les côtes, comme suite inévitable des effondrements marins, que tout au moins les séismes provoqués par pression interne, qui sont les plus nombreux, ne peuvent être désastreux que là où l'écorce terrestre est suffisamment amincie et débilitée par l'érosion interne de la voûte rocheuse du globe.

Si on accepte ces données on se trouverait devant un de ces phénomènes, prévus par quelques géologues, dont l'effrayante amplitude, l'inconcevable énergie et les terribles effets défient l'imagination humaine. En effet, si l'écorce terrestre a une épaisseur de soixante kilomètres et que les foyers séismiques ne se trouvent qu'à une distance de dix ou quinze kilomètres, il aura fallu que des masses rocheuses d'une épaisseur de quarante-cinq à cinquante kilomètres aient été rabotées, fondues ou enlevées par ces coulées de laves incandescentes, en provoquant, par ce charriage souterrain de blocs de roches, ce bruit terrifiant de roulements de charriots ou de trains d'artillerie, si souvent constatés.

D'après les données des zones séismiques de Guatemala, c'est-à-dire largeur des aires instables vingt à trente kilomètres et profondeur maxima supposée du foyer, nous arrivons pour les dimensions de ce conduit souterrain à une profondeur, ou pour mieux dire à une hauteur de plafond, de quarante-cinq kilomètres qui avec une largeur de trente kilomètres constituerait le passage pour une mer de feu, pour employer le terme de « Fire Seas » de Dana, qui serait cinq fois plus profonde que les plus grands abîmes océaniques.

Ce qui ajoute à la grandeur de ces phénomènes, c'est que des érosions et des effets aussi prodigieux et aussi irrésistibles ont dû se produire accidentellement pendant de courtes périodes d'affaissement ou par suite d'effondrements subits, mais répétés.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, les désastres séismiques et les terrifiantes manifestations éruptives ne sont que des effets secondaires et affaiblis des phénomènes internes.

### Circulation du magma interne.

Cette circulation interne doit exister depuis l'époque des premières modifications de l'assiette et du relief de la terre ferme, car l'énergie des courants souterrains se démontre par les soulèvements, les débordements ou la pénétration de masses éruptives au milieu des terrains stratifiés de tous les âges<sup>1</sup>.

Comment comprendre, sans déplacements et courants, cette poussée du bas vers le haut qui a existé de tous temps et dont nous avons encore maintenant la preuve tangible par des affleurements de ces courants, comme nous le verrons en nous occupant des origines du volcanisme.

Le lecteur aura remarqué que, par l'inconcevable compression subie par les nappes ignées entre l'écorce terrestre et les couches de densité extrême sous-jacentes, tous les déplacements de ces éléments de moindre densité devront forcément se faire du bas vers le haut. L'énergie potentielle de ces courants ascensionnels sera, par conséquent, en raison directe des excès et de la soudaineté des compressions, provoquées par les effondrements; et aussi de l'ampleur de ces effondrements et de l'angle de montée.

Ces déplacements d'éléments internes, résultant des affaissements dus à la lente contraction par refroidissement du noyau terrestre, ont dû être des phénomènes généraux, et pas seulement des effets particuliers aux talus abrupts, car toutes les mers continuent à s'approfondir et tous les courants souterrains doivent converger vers les îles et les continents.

Mais cet afflux de nappes ignées vers la terre ferme peut se produire de façons bien différentes, nous avons vu comment ces nappes abordent les côtes, en creusant des sillons profonds dans la voûte de la charpente rocheuse de la terre, quand leur ascension est rapide et violente; mais si ces déplacements se font le long d'une voûte plane et en pente douce, les affaissements ou effondrements des mers, dans ces cas généralement éloignés des côtes, ne donneront lieu qu'à de lents courants de lave qui iront épaissir la croûte souterraine des continents, sans aucune manifestation séismique ou éruptive.

On comprendra ainsi pourquoi la côte abrupte occidentale de l'Amérique est sujette le long de toute son étendue à de si fréquentes mani-

<sup>1</sup> Suess, vol. I, p. 190.



festations séismiques et volcaniques; tandis que la côte orientale est exempte de ces manifestations, excepté dans les régions équatoriales où les grands fonds sont abrupts.

Une grande partie du continent australien, tout l'Indoustan, toute l'Afrique du Sud, qui ont leurs côtes en pente douce, sont de même à l'abri d'ébranlements et constituent ce que nous pourrions appeler des terres renflouées ou des continents flottants.

Au sujet de l'Afrique, Suess écrit « qu'on n'a jamais trouvé, à la » surface du vaste plateau qui occupe le Sud de l'Afrique, le moindre » vestige du séjour de la mer, et que, d'ailleurs, on ne conçoit pas » comment cette région aurait pu être soulevée du sein des eaux <sup>1</sup> ».

Si la pénétration souterraine, lente et sans efforts de nappes ignées le long des côtes à pente douce, assure la stabilité parfaite d'aussi vastes régions côtières, on peut naturellement en déduire, comme preuve négative, que ce sont bien les effondrements qui sont la cause de l'instabilité des côtes à reliefs accentués.

#### **Soulèvements locaux.**

Il est hors de doute que de légers soulèvements, parfois suivis d'affaissements lents, ont été constatés en même temps que les tremblements, comme, d'autre part, il y a des ébranlements par effet direct lorsque les effondrements marins se produisent très près des côtes, et ceux-ci entraînent même parfois une partie du littoral dans un dénivellement positif, pour employer la terminologie de Suess.

Mais comme cette étude est basée sur des données géologiques acquises ou généralement admises et que ces soulèvements accidentels, complètement étrangers à la formation des montagnes, ont été réfutés ou mis en doute par quelques géologues, cette question de soulèvements tectoniques, comme celle d'affaissements subséquents demande un certain développement, qui trouvera mieux sa place dans l'étude des raz de marée et des tremblements de terre par effets directs des effondrements.

Les soulèvements n'ont du reste pas eu lieu, ou tout au moins n'ont pas pu être constatés lors des tremblements de Guatemala dont l'explication est l'objectif primordial de ce travail.

La solution du problème séismique pourra mieux être entreprise

<sup>1</sup> Suess, vol. II, p. 840.

après cette première démonstration des constatations faites à Guatemala, où nous verrons déjà des effets assez différents produits par une même cause.

### **Terminologie tectonique.**

Le lecteur aura remarqué que, par suite de l'intense compression subie par les matières ignées refoulées vers les côtes, tous les effets de ces déplacements souterrains sont diamétralement opposés à la circulation des eaux à la surface. En effet ces fleuves, ou mers de feu, au lieu de descendre, doivent monter vers la surface où la pression diminue, en déposant dans cette ascension leurs éléments les plus lourds ; l'amont de ces courants devient donc *l'a-mer*, tandis que l'aval en est l'amont, et leur lit se change en plafond.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que ces courants souterrains, par le fait qu'ils sont provoqués par des effondrements qui embrassent des zones d'étendues très variées, commencent par ce que nous appelons embouchures pour les fleuves ; car les effondrements, selon leur ampleur, doivent déplacer des bassins entiers de lave, dont les nappes refoulées vers les côtes se trouvent encaissées, par la suite, pour la continuation de leur cours, dans un ou plusieurs couloirs creusés dans la croûte terrestre.

Comme dernière antinomie de ces effets souterrains par rapport à ceux de la surface, signalons enfin que les débordements de ces courants, soit qu'ils proviennent d'excès de pression ou de la rencontre d'un obstacle, géosynclinal ou graben, doivent se produire par l'écoulement en-dessous, c'est-à-dire par intrusion sous la croûte terrestre.

La terminologie géologique n'ayant pas de mots appropriés pour ces effets souterrains, il en résulte une difficulté pour les explications qui vont suivre, qu'il a paru utile de signaler.

Après ce long exposé préparatoire, le chapitre suivant pourra être consacré à un essai d'explication de tous les phénomènes séismiques qui ont eu lieu à Guatemala de 1541 à nos jours.

---

## CHAPITRE VIII

### ORIGINE DES MANIFESTATIONS SÉISMQUES DE GUATEMALA

#### **Foyers des séismes.**

Si les effondrements sont la cause initiale des ébranlements terrestres et que c'est, comme toutes les observations semblent le démontrer, le long des talus océaniques abrupts que ces effondrements se produisent le plus souvent, le véritable foyer des séismes du Guatemala doit se trouver au large de ce pays, le long de l'isobathe de 4,600 mètres de l'Océan Pacifique qui, par une courbe allongée, s'approche à environ 130 kilomètres de la côte.

Comme, d'autre part, la zone dangereuse des cinq aires instables commence à partir de la ligne des volcans, distante de l'Océan d'environ 60 kilomètres pour les trois aires des volcans de Santa Maria, volcan d'Atitlan, volcan de Fuego et respectivement de 50 kilomètres et de 30 kilomètres pour celles des volcans de Pacaya et de Tecuamburro, il en résulterait que les foyers réels des séismes de Guatemala se localiseraient à une distance variant de 160 à 190 kilomètres de la zone la plus éprouvée où se produit ce que nous avons appelé le coup de bélier souterrain.

Cette action lointaine des effondrements peut cependant facilement se comprendre si on la compare à celle du piston d'une pompe foulante qui, par sa tuyauterie, envoie les liquides au loin ; en effet, un effondrement agira sur les masses ignées sous-jacentes, déjà comprimées, absolument comme le piston d'une pompe foulante ; et les masses ignées, retenues dans les cavités souterraines comme dans une tuyauterie, seront refoulées par cette compression nouvelle et subite le long des conduits souterrains remontant vers la surface, où la pression diminue et qui est la seule voie possible de dégagement.

C'est donc généralement vers les côtes que se produiront ces déplacements subits des éléments souterrains.

Le foyer, cause première des ébranlements, peut donc être très éloigné des manifestations d'instabilité externe; c'est du reste ce dont témoignent presque invariablement les isoséistes des séismes d'origine marine; quant à l'intensité d'effet à bout de course de ces courants souterrains, nous y reviendrons plus loin.

### **Déplacement des épicentres par érosion souterraine.**

Les séismologues sont d'accord au sujet de la faible distance à la surface terrestre du foyer souterrain qui provoque les ébranlements; les géologues, d'autre part, estiment que l'épaisseur de la croûte terrestre ne peut guère être inférieure à 60 kilomètres; les courants souterrains ont donc dû produire dans la charpente rocheuse du globe une érosion dont nous ne pouvons que difficilement nous faire une idée.

Le croquis adjoint (page 79) de la coupe de l'aire instable du volcan de Pacaya, fait à l'échelle, mais sur lequel, pour faciliter la démonstration, le relief externe, par exception, a été quintuplé, nous montre l'érosion souterraine probable survenue dans cette aire de 1773 à 1918.

Sur ce croquis les lignes à traits séparés indiquent l'effondrement probable du talus océanique et les tracés supposés du plafond souterrain respectivement en 1773, en 1872 et en 1918, pour arriver successivement à une épaisseur de l'écorce terrestre réduite à 15 kilomètres, distance maxima supposée de l'action ignée à Guatemala en 1918.

En effet, comment comprendre autrement que par l'extension de l'excavation du plafond souterrain, que les villes d'Amatitlan, Petapa, etc., reconnues stables en 1773, aient eu leurs églises et édifices avariés ou ruinés en 1872 et que Guatemala ait été complètement détruite en 1918, alors que cette ville fut édifiée en 1778 dans une région réputée à l'abri des secousses séismiques.

C'est donc par cette excavation souterraine de l'écorce terrestre, commencée sans aucun doute en même temps que la surrection des Andes, et continuée en s'accroissant de nos jours, que le déplacement de l'aire instable a dû se produire.

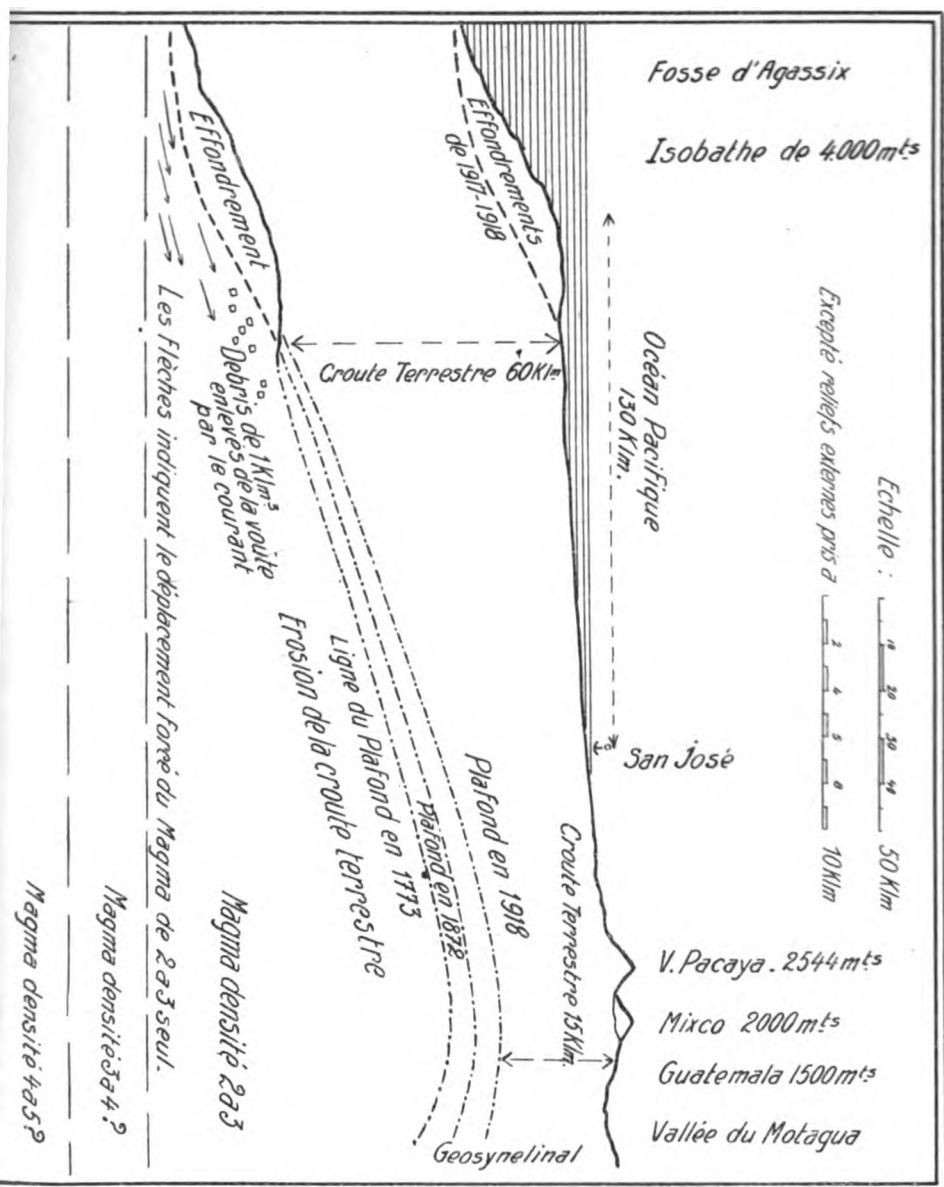


FIG. 14. — Coupe schématique de la zone instable du volcan de Pacaya.

### **Coup de bélier.**

Par ce croquis, qui indique aussi jusqu'à une profondeur de 120 kilomètres trois couches de magna de densité différente, on notera que, quelles que soient l'épaisseur et la densité respective de ces nappes sous-jacentes, les effondrements refouleront toujours vers les côtes la nappe de moindre densité seule, et que cet élément igné s'engouffrera de préférence dans les conduits souterrains érodés où l'énorme compression diminue en raison directe de la diminution d'épaisseur de la croûte terrestre.

Mais si le courant igné se bute, dans ce que nous appellerons, faute de terminologie appropriée, *thalweg* souterrain, à l'obstacle d'un synclinal ou simplement à un approfondissement du plafond, comme le montre le croquis, c'est là que le choc principal doit se produire par l'arrêt du courant ou par son ralentissement résultant de son refoulement en profondeur.

Le coup de bélier se donnera donc forcément au bout du cours ascensionnel du courant souterrain et n'ébranlera par conséquent qu'une zone très restreinte, à la limite extrême de l'aire généralement instable.

C'est ainsi que nous pouvons comprendre comment la ville d'Amatitlan, très éprouvée fin novembre et commencement de décembre, est devenue plus stable en janvier au moment de la période qui fut, au contraire, la plus critique pour la Capitale.

### **Jeu des aires instables de Guatemala en 1917 et 1918.**

Pour essayer de comprendre comment les effets des effondrements océaniques, facteurs supposés des ébranlements de 1917 et 1918, n'ont atteint que les deux zones instables des volcans de Pacaya et de Fuego, il faudrait connaître non seulement le tracé exact du talus océanique effondré, mais aussi la configuration du relief souterrain entre ces effondrements et les aires instables du Guatemala, données naturellement impossibles à obtenir.

Quant au talus océanique, les cartes nous indiquent les courbes de l'isobathe de 4000 mètres, qui, après avoir longé de très près les côtes du Mexique, s'en éloigne à la hauteur d'Acapulo, pour contourner au loin les terres basses de l'isthme de Tehuantepec, revenir

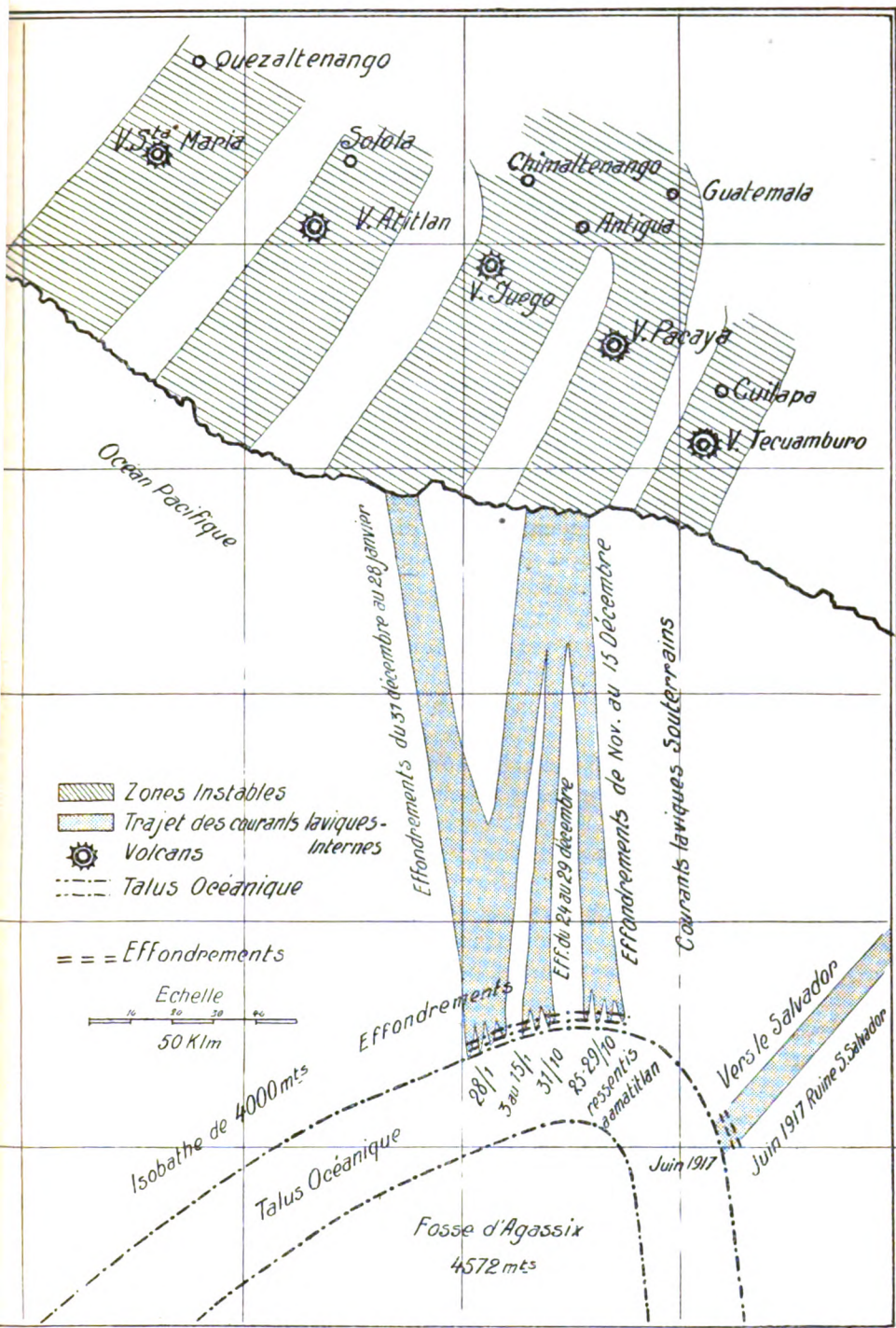


FIG. 15. — Schéma des courants souterrains de la fosse océanique aux aires instables des volcans de Pacaya et de Fuego.

vers la côte au Nord du Guatemala et s'en éloigner à nouveau à angle droit au large du Salvador, pour traverser ensuite obliquement tout le Pacifique du N.-E. au S.-O. jusque vers le 50<sup>e</sup> degré latitude Sud et remonter de là vers le Nord à l'Est de la Nouvelle-Zélande.

Ce talus appartient donc à une des plus puissantes dépressions de l'Océan Pacifique; mais Suess<sup>1</sup> nous donne, d'après Agassix, quelques précisions sur cette dépression au large du Guatemala quand il écrit que, déjà loin au Nord, où la profondeur moyenne de l'Océan est d'environ 2000 brasses (3656 m.), on remarque au voisinage de la côte occidentale de l'Amérique des trous isolés d'une profondeur plus grande encore : c'est ainsi qu'on note par 20° de latitude Nord 4,380 mètres, près de Manzanilla 5,120 mètres, près d'Acapulco 5,341 mètres, à *l'Ouest et au large de la côte du Guatemala*. Puis les profondeurs diminuent dans la direction du large plateau qui porte l'île des Cocos et les Galapagos; mais au Sud, les fosses reparaissent au voisinage de la côte occidentale.

Il s'agirait donc ici, comme le long de la côte Sud-Andine, d'une fosse isolée plutôt que d'une dépression longitudinale uniforme; cette fosse, englobée dans le contours de l'isobathe de 4,000 mètres, aurait son grand axe faisant un angle de 70° avec la côte de Guatemala, et serait perpendiculaire à celle du Salvador.

Le croquis (page 81) établi d'après ces données, indique à la fois les dépressions marines et les aires instables de Guatemala. L'isobathe de 4,000 mètres et la fosse d'Agassix y sont indiquées par des lignes brisées, autour desquelles sont marqués en forts traits doubles les effondrements supposés, qui semblent avoir dû être les facteurs des séismes de 1917 et de 1918.

Les lignes ombrées indiquent les courants souterrains qui, provoqués par les effondrements, ont dû aboutir aux zones séismiques.

Ce croquis nous montre que l'effondrement qui a été cause de la destruction de la capitale du Salvador, en juin 1917, a dû se produire sur le côté Est, perpendiculairement à la côte, de la dépression marine, et que la ruine de Guatemala a dû être occasionnée par des effondrements situés sur le côté N.-W. de la fosse.

Cette démonstration graphique permet aussi de comprendre comment les ébranlements du 17 novembre au 24 janvier ont été d'abord localisés à l'aire du volcan de Pacaya, pour atteindre vers le milieu de janvier celle du volcan de Fuego.

<sup>1</sup> Suess, III, 1359.



Dans la nuit du 25 au 26 décembre, il a dû se produire une série continue d'effondrements, d'intensité très variable, qui se sont ensuite espacés, avec des paroxysmes, comme ceux des 29 décembre et 3 janvier; ils se sont terminés par la mise en action de l'aire du volcan de Fuego, ce qui explique que la secousse décisive du 24 janvier a été aussi désastreuse à l'Antigua qu'à Guatemala.

Il semble y avoir une lacune d'effondrements le long de ce talus, par suite du manque de nouvelles séismiques concernant l'aire instable du volcan de Tecuamburro, intermédiaire entre l'aire du Salvador et celle du volcan de Pacaya, mais ce manque de nouvelles de Cuilapa ne prouve nullement qu'il n'y ait pas eu des tremblements dans cette région très isolée, sans trafic, et en dehors de la zone des plantations de café; on se rappellera du reste que Cuilapa a été complètement détruite en 1913, d'où peut-être ce manque d'avis télégraphiques.

Quoi qu'il en soit, malgré le défaut de renseignements précis à ce sujet, le foyer d'origine probable du désastre du Salvador a été compris dans cette démonstration, pour mettre en évidence la possibilité de très grandes différences dans le jeu des aires instables, par suite d'une direction autre, par rapport à la côte, de la ligne des effondrements; au large du Salvador ceux-ci doivent se produire perpendiculairement à la côte et les décharges successives de matières ignées doivent par conséquent se faire toutes dans la même canalisation et n'atteindre qu'une seule zone instable.

Il se peut donc qu'il n'y ait pas eu de liaison entre les phénomènes qui ont donné lieu à la destruction successive des deux capitales du Salvador et du Guatemala; mais on ne peut cependant pas conclure du manque de manifestations externes qu'il n'y ait pas eu d'affaissements entre ces deux régions instables.

Nous ne pouvons, en effet, oublier que les grands effondrements sont seuls ressentis à la surface et que les affaissements de la croûte terrestre peuvent se produire par simple pesée et lente flexion et aussi par petits effondrements successifs, imperceptibles à la surface.

Du reste, tout ce que nous voulions démontrer, c'était l'indépendance relative des aires instables d'une même région, par rapport aux effondrements au large des côtes; les secousses de juin, destructives au Salvador, n'ont pas été ressenties à Guatemala et vice versa, celles de décembre et janvier, de cette dernière capitale, n'ont pas été sensibles dans la première; que l'aire intermédiaire du volcan de Tecuam-

burro ait été ou non éprouvée dans cet intervalle n'est que d'une importance secondaire. Ce qui est absolument certain, c'est que l'aire du volcan de Pacaya, au début, puis celle du volcan de Fuego, ont subi successivement, et simultanément à la fin, les terribles effets des effondrements marins de novembre à fin janvier.

### **Géosynclinaux de de Montessus.**

Par le relevé des manifestations séismiques, pendant cette longue période de 1541 à 1918, de l'aire instable du volcan de Fuego, on a pu constater que le coup de bélier désastreux n'a guère dépassé l'Antigua ; la ville de Chimaltenango, située seulement à 12 kilomètres au Nord n'a jamais été gravement atteinte, mais Patzicia, situé à 23 kilomètres plus à l'Ouest, a été très éprouvé en 1874, des terribles convulsions de 1918, se sont fait ressentir jusqu'à Tecpan, à 35 kilomètres au N. W.

Cette zone instable, perpendiculaire à la mer jusqu'à la région de faite de la Cordillère, se serait donc infléchie vers l'Ouest à partir de l'Antigua.

D'un autre côté, la zone dangereuse de l'aire instable du volcan de Pacaya, qui en 1773 ne dépassait guère le lac d'Amatitlan, s'est étendue en avançant vers le Nord, pour atteindre en 1917 la ligne de partage des eaux du Pacifique et de l'Atlantique, mais de même qu'à l'Antigua, elle n'a pu dépasser cette région de faite et a dû également dévier en obliquant en janvier 1918 vers l'Ouest, après la ruine de Guatemala, en occasionnant successivement la destruction des puebls de Mixco et Zumpango. Le village de San Juan, à 10 kilomètres au N. N. W. de la Capitale, tout en ressentant vivement les fortes secousses, n'éprouva aucun dégât matériel, et le Fiscal, à 7 kilomètres à l'Est de Guatemala, demeura parfaitement indemne (voir carte).

Cette déviation vers l'Ouest, presque à angle droit, de ces deux zones instables, n'est explicable que par l'existence d'un obstacle aux courants souterrains, facteurs des coups de bélier, et nous nous rencontrerons donc ici avec la théorie des géosynclinaux de de Montessus.

En effet, il n'a jamais été signalé de séismes sur le versant nord du relief côtier, ni le long de la vallée du Motagua, qui prend sa source

au N. E. de Quezaltenango et dont le cours est dirigé vers l'Atlantique, entre les deux sierras de las Minas et de Espiritu Santa.

Ces deux chaînes de montagnes traversent le Guatemala de l'Est à l'Ouest et décrivent une courbe vers le Nord en se rapprochant de la côte du Pacifique qu'elles suivent alors à peu près parallèlement.

Comme ces sierras sont justement les seuls plis post-archéens signalés sur le croquis de Suess, le seul géosynclinal possible au Guatemala se trouverait donc entre ces deux chaînes, sous le thalweg du Motagua et formerait obstacle aux afflux des courants de magma vers la surface.

Nous arrivons ainsi à concilier, en un accord parfait, les faits sismiques constatés avec la théorie de de Montessus, et les données orogéniques de Suess (voir croquis Suess, page 6).

#### **Durée des séismes et leur manifestation en même temps sur toute l'aire instable.**

Si les séismes sont produits par des éboulements, ils ne peuvent avoir plus de durée que le déplacement subit et local d'une partie de la croûte terrestre. Un séisme ne peut donc avoir plus de durée que la chute elle-même d'une de ces masses rocheuses; ce temps sera naturellement en raison directe de la hauteur de cette chute, phénomène qui se produit généralement en quelques secondes.

Le déplacement de l'ensemble de la nappe souterraine s'explique par la compression à laquelle cette matière ignée est soumise, entre les énergies opposées du poids de la croûte terrestre et de la résistance du magma sous-jacent, plus dense et plus comprimé.

Toute cette nappe de moindre densité sera donc refoulée vers la côte, par les conduits souterrains, absolument comme un liquide est refoulé par le piston d'une pompe, quelle que soit d'ailleurs la longueur de la tuyauterie; ce déplacement doit, par conséquent, être ressenti en même temps sur toute l'aire instable, mais ne pourra causer des désastres qu'à bout de course, quand ce déplacement est arrêté par un obstacle.

#### **Retumbos.**

La longue série des tremblements de terre de décembre à janvier 1918 a permis de constater que des bruits ou roulements accom-

pagnent généralement les ébranlements, et parfois aussi les précèdent de quelques secondes ; invariablement l'importance des secousses qui suivent les retumbos est en raison directe de l'intensité de ceux-ci et du temps qui s'écoule entre la perception du bruit, précurseur et la secousse qui le suit. Les petits séismes II à IV sont généralement, pour ainsi dire, accompagnés de retumbos ou seulement annoncés une ou deux secondes d'avance ; mais on se rappellera que le bruit du terrible tremblement de terre du 24 janvier nous avait permis de nous lever de table et de sortir avant que celui-ci ne se produisît.

Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que le bruit se perçoit d'autant plus loin qu'il est plus intense, et que les ondes sonores sont probablement plus rapides que le déplacement souterrain de la matière ignée.

N'oublions pas non plus qu'il y a des retumbos sans tremblements de terre ou éruptions volcaniques, mais qu'ils sont dans ce cas à peine perceptibles et généralement continus. De Montessus<sup>1</sup> rapporte que les annales séismologiques de certains pays instables relatent d'intéressantes séries de bruits séismiques, dont la durée n'a pas été inférieure à plusieurs années parfois ; et que ceux de l'île Meleda, en Dalmatie, de 1822 à 1826, sont restés célèbres, et ont entretenu pendant ce temps la population dans un état d'indicible effroi, quoique les tremblements de terre ne s'y soient produits pendant la même période que d'une façon très secondaire.

Le même auteur<sup>2</sup> ajoute qu'on ne cache pas l'espoir de tirer de ces roulements souterrains un moyen de prévoir les tremblements de terre, parce que bien souvent des bruits sans secousses précèdent les désastres séismiques.

### **Macroséismes jumeaux.**

Les annales municipales, les observations des P. Jésuites et enfin la période d'intense instabilité de 1917-1918 témoignent de la fréquence de ces doubles secousses à quelques minutes d'intervalle ; en effet, depuis la destruction de l'Almolonga (1541) « par quatre forts tremblements », comme le disent les annales, tremblements qui ont dû vraisemblablement se produire deux par deux, jusqu'aux derniers

<sup>1</sup> Montessus de Ballore, 1911.

<sup>2</sup> Montessus de Ballore, 1911, p. 96.

séismes désastreux du 24 janvier 1918; nous avons non seulement dû constater la répétition continuelle de ce phénomène à effet double, mais aussi qu'il ne se produisait guère que pour les macroséismes VIII à X, et que l'intervalle entre la première et la seconde secousse était en rapport avec l'intensité de la première.

Si l'on admet que les effondrements sont la cause directe des séismes, cette double action géodynamique peut trouver son explication dans le fait de la résistance subitement intensifiée des assises ignées souterraines, par suite de cette pénétration instantanée en pro-

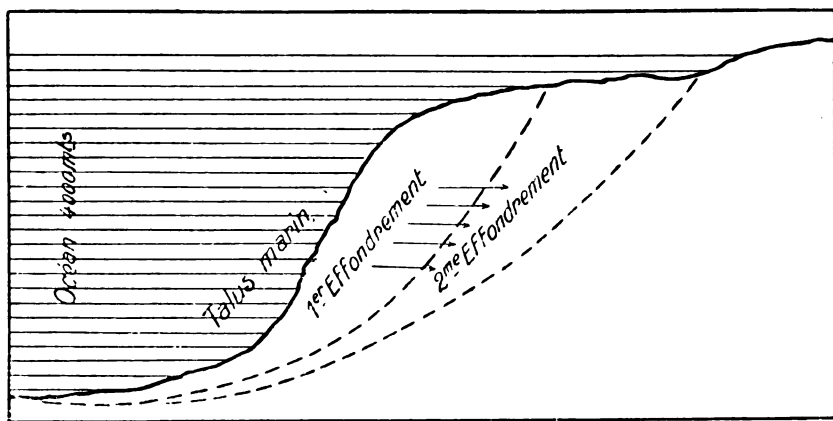


FIG. 16.

fondeur de masses rocheuses dont elles formaient le soubassement; cette nouvelle compression en profondeur a pu arrêter momentanément le premier effondrement, jusqu'à ce que par suite du déplacement de cette masse locale trop comprimée, l'équilibre de soutien se rétablissant, un second effondrement pût se produire.

Le croquis ci-dessus montre en coupe comment un effondrement en deux temps semble devoir se produire; les lignes brisées indiquent les effondrements successifs, et les flèches montrent le déplacement subit, pendant le premier affaissement du plafond, de la matière ignée contenue dans la première section écroulée; il y aura donc un moment de forte pression et d'intense résistance qui arrêtera momentanément l'effondrement complet.

### **Accalmies après les grandes manifestations séismiques.**

Suess, dans son étude érudite des dislocations par affaissements et effondrements, et où il nous démontre si clairement la localisation invariablement réduite de ces phénomènes, conclut à la possibilité de vides entre la charpente rocheuse externe et la masse ignée souterraine.

Si nous admettons l'existence d'un de ces vides, ne fût-il que de dix centimètres, l'effondrement des masses rocheuses, d'un poids de milliers de tonnes au mètre carré, ne se limiterait pas à une chute de dix centimètres, mais enfoncerait très probablement ces masses rocheuses à des centaines de mètres dans les nappes ignées sous-jacentes, quelle que fût d'ailleurs leur résistance. Nous savons en effet que même là où aucun déplacement ne facilite la pénétration, celle-ci se produit si l'énergie possédée par la matière en mouvement est suffisante; ni une muraille, ni le blindage d'acier d'un cuirassé n'arrêtent la pénétration d'un obus.

Il semble donc naturel que, même sans l'existence de vides, le phénomène de pénétration doit se produire chaque fois que les effondrements sont suffisamment considérables par suite de la grande faiblesse de support de cette zone. Dans ce cas, l'équilibre des deux énergies en présence sera inversé, en ce sens que par cet excès de déplacement, dépassant la limite d'équilibre, l'énergie de soutien trop faible que nous appellerons négative deviendra positive, c'est-à-dire plus puissante que celle de la gravitation. Donc, après de grands effondrements, il faudra des années pour que par la contraction du globe terrestre, ou peut-être aussi que par de lents déplacements internes, l'équilibre entre les deux énergies opposées soit rétabli. Ainsi s'expliqueraient ces accalmies séismiques après les grandes séries d'ébranlements.

### **Époques instables.**

Les zones de faiblesse de support de la croûte terrestre peuvent être très étendues; nous avons vu notamment que celle qui a donné lieu à la destruction de l'Antigua, en 1773, devait s'étendre au moins d'Acapulco au Nicaragua; nous savons, d'autre part, que les effondrements sont généralement très localisés.

Les soixante à cent secousses, d'intensités diverses, ressenties presque sans interruption à Guatemala, pendant la nuit du 25 au

26 décembre 1917, ont dû être provoquées par une série d'effondrements de relais ou « perlés » le long du talus océanique, sans que les aires instables du Salvador et des volcans d'Atitlan et de Fuego en aient été influencées.

Le temps nécessaire au rétablissement de l'équilibre entre les deux énergies souterraines opposées dépendra donc de l'étendue de la zone à faible support et du nombre, de l'intensité et de la fréquence des effondrements qui s'y produisent; c'est ainsi que l'on peut comprendre que la période instable qui a ravagé la côte occidentale de l'Amérique d'Acapulco à Panama et a détruit l'Antigua en 1773, ait pu durer jusqu'en 1777.

### **Aggravation de l'instabilité à Guatemala.**

Cette aggravation des manifestations séismiques et volcaniques ressort, à toute évidence, du simple relevé de ces phénomènes pendant ces quatre siècles.

En effet, la destruction de Quezaltenango, où il n'y avait guère eu de tremblements de terre alarmants, et l'éruption, la même année, du volcan de Santa Maria qui, par tradition, était considéré comme un volcan éteint, sont une preuve tangible de cette aggravation.

Par ailleurs, Amatitlan, Petapa et les pueblos voisins qui, en 1773, étaient considérés comme établis dans une région à l'abri des séismes et qui, en 1872, étaient aussi en ruines que l'Antigua; et le Valle de la Ermita, reconnu stable en 1773, où fut établi, en 1778, la capitale détruite en 1917-1918, témoignent de même du déplacement progressif de la zone instable.

Dans les traditions des populations indigènes on n'a trouvé aucune mention de désastres séismiques, alors qu'il existait cependant des constructions grandioses dans les cités Nahuatl, Quiché et Mayas. Les « Teocalis » des Nahuatl, au sommet desquels ils sacrifiaient leurs victimes, étaient des tours élevées; le grand téocalis du dieu de la guerre, dont les matériaux ont servi à édifier la cathédrale de Mexico, avait un escalier, qui le contournait, de 116 marches, dures à gravir d'après Bernal Diaz, le soldat chroniqueur de l'épopée castillane; elles devaient donc être de 25 à 30 centimètres, ce qui ferait pour cette tour une hauteur de 28 à 35 mètres.

D'autre part, au Guatemala, c'est dans la région actuellement la plus dévastée que se trouvaient les cités indiennes les plus impor-

tantes : Atitlan, Cauchtemalan et Petapa étaient les chefs-lieux de trois des quatre monarchies Catchiquels : Quezaltenango, Escuintla, Amatitlan, Cuilapa étaient de grandes cités indiennes qui, comme on le voit, ont gardé leurs noms.

Il faut donc croire que la contrée était autrefois plus stable qu'elle ne l'est aujourd'hui, car il serait difficile de comprendre que les Catchiquels aient choisi la région la plus exposée pour l'emplacement de leurs capitales et l'édification de leurs temples.

L'aggravation des phénomènes séismiques doit donc faire supposer un approfondissement plus accentué de l'Océan Pacifique, ou bien des ravages extraordinaires par érosion de la croûte terrestre, peut-être aussi les deux causes réunies, ont-elles agi de concert.

### **Structure du relief souterrain.**

Nous n'avons aucune donnée qui puisse nous permettre de nous faire une idée exacte de la forme des reliefs internes de la croûte terrestre; tout ce que nous en savons par la proximité de la surface du foyer de la plupart des séismes et par les débordements de lave, c'est que le plafond souterrain de la charpente rocheuse du globe ne peut être plane, puisque par endroit la croûte terrestre doit être très amincie et même parfois fissurée.

Mais comme dans les chapitres antérieurs il a été longuement question de conduits souterrains, qui doivent amener sur les côtes les coulées de lave refoulées par les effondrements, il nous sera permis de dire, pour terminer cette étude sur les aires instables de Guatemala, que nous ne croyons nullement que ces aires, larges de 20 à 30 kilomètres, proviennent d'entailles souterraines à pic de cette largeur et d'une hauteur de 45 kilomètres.

Nous pouvons croire que les déplacements du magna vers les côtes ont dû commencer en même temps que le creusement de l'Océan Pacifique, c'est-à-dire avant le crétacé, et que par l'érosion de cette première circulation interne un amincissement général de la croûte terrestre en avant et le long de la côte a pu se produire, ce qui réduirait d'autant la hauteur des conduits souterrains; quant à ces derniers, ils n'ont dû se creuser que vers le milieu de l'époque tertiaire, lors de la formation du relief Andin, quand, par des effondrements plus accentués de l'Océan et l'érection des montagnes



côtières, une plus grande différence de niveau aura rendu ces coulées plus rapides et plus corrosives.

Ces conduits souterrains peuvent donc ne pas être creusés de 45 kilomètres dans la croûte terrestre ambiante, et s'ils sont en pente comme les talus externes, leur plafond peut n'être que de deux, trois ou cinq kilomètres.

Cette dernière hypothèse semble être confirmée par le fait que lors des désastres de 1917-1918, les ruines du côté Est de la capitale de Guatemala n'étaient que partielles, tandis que du côté Ouest, la destruction était absolument complète; le coup de bélier semble donc avoir été porté sur un plan incliné.

Dans les chapitres antérieurs, nous avons fait l'exposé de tout ce que nous avons pu observer ou réunir comme observations dignes de foi concernant l'origine des effets tectoniques constatés; cette étude pourrait donc ainsi être considérée comme terminée, mais il nous semble utile cependant de la compléter par l'examen de quelques-uns des séismes les mieux étudiés de la côte occidentale de l'Amérique. Cet examen montrera qu'en tenant compte de la diversité de structure de la côte Andine et de la variété des situations par rapport à la côte, des gouffres océaniques, l'instabilité de toutes ces régions s'expliquera par les mêmes causes qui ont produit les aires instables du Guatemala.

(A suivre.)

J. VAN DE PUTTE.



# MOTEURS A GAZ

---

## Gazogènes modernes

---

ED. HANAPPE

BRUXELLES, 47, RUE DE SUÈDE

### **Tarif de publicité**

Couverture (extérieure) une page, fr. 15 >

Id. (intérieure) id. fr. 12,50

Id. (extérieure) demi-page, fr. 10 >

Id. (intérieure) id. fr. 8 >

par insertion, pour minimum six insertions  
consécutives.

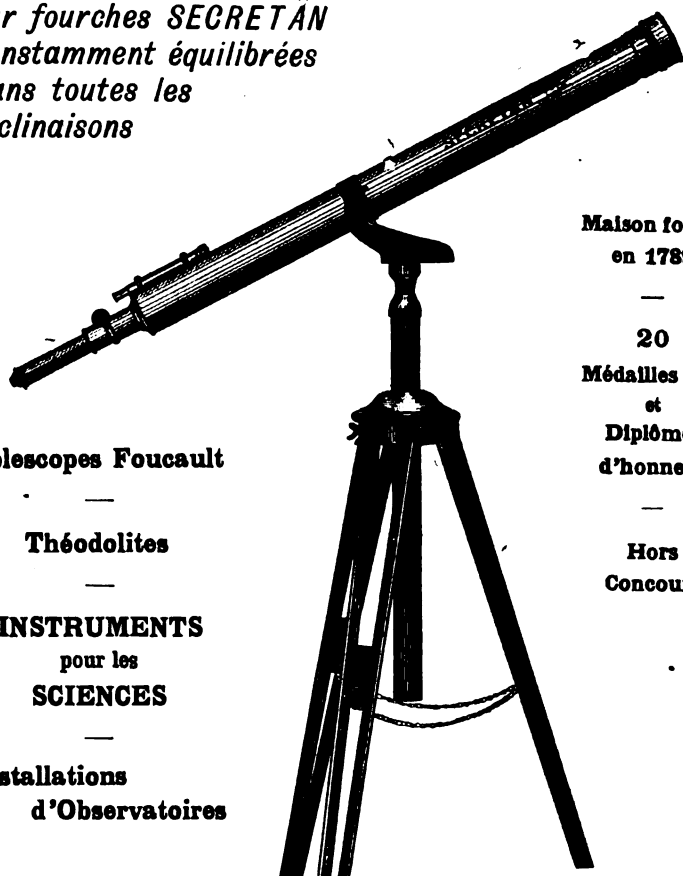
Les membres de la Société jouissent d'une  
réduction de 10 p. c. sur ce tarif.

# Instrumente de Précision

# SECRETAN

CH. EPRY & JACQUELIN, Successeurs

*Lunettes astronomiques montées  
sur fourches SECRETAN  
constamment équilibrées  
dans toutes les  
inclinaisons*



Télescopes Foucault

Théodolites

INSTRUMENTS  
pour les  
SCIENCES

Installations  
d'Observatoires

Maison fondée  
en 1789

—  
20  
Médailles d'or  
et  
Diplômes  
d'honneur

—  
Hors  
Concours

Demandez le catalogue

## SECRETAN

151, boulevard Aug. Blanqui, PARIS

2

A. FISCH, représentant et dépositaire, 186, rue Royale, Bruxelles.







RETURN TO the circulation desk of any  
University of California Library  
or to the

NORTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY  
Bldg. 400, Richmond Field Station  
University of California  
Richmond, CA 94804-4698

---

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS  
2-month loans may be renewed by calling  
(415) 642-6233

1-year loans may be recharged by bringing books  
to NRLF

Renewals and recharges may be made 4 days  
prior to due date

---

DUE AS STAMPED BELOW

---

LIBRARY USE FEB 6 '87

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



YD 27145



